



REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO BENI CULTURALI E DELL'IDENTITA' SICILIANA

DIPARTIMENTO BENI CULTURALI E DELL'IDENTITA' SICILIANA

SOPRINTENDENZA PER I BENI CULTURALI E AMBIENTALI DI ENNA

U.O.3 - Sezione per i Beni Archeologici, Bibliografici ed Archivistici

PROGETTO PER LA CONOSCENZA, CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE MEDIATICA DELLA "STATIO ROMANA" DI CASALGISMONDO IN TERRITORIO DI AIDONE - ENNA

Perizia del 22 febbraio 2021

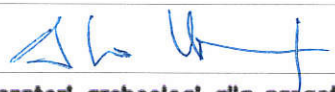
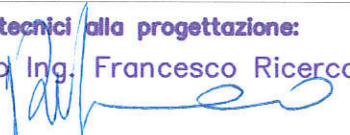



AGGIORNAMENTO ED ADEGUAMENTO PREZZI LUGLIO 2022

"FSC 2014-2020 - Piano Operativo Infrastrutture - Asse tematico D: Messa in sicurezza del patrimonio infrastrutturale esistente

"Lavori di completamento della Diga di Pietrarossa" in territorio dei comuni di**Aidone (EN) e Mineo (CT) - CUP: G95E18000180001**

Perizia Stralcio - LAVORI AREA ARCHEOLOGICA

tav.	9	CAPITOLATO D'APPALTO.	scala
Progettista: Funz. Dir.vo Arch. Angelo Varisano			
Collaboratori tecnici alla progettazione: Funz. Dir.vo Ing. Francesco Ricerca  Funz. Dir.vo Geom. Fabio Bonasera 		Collaboratori archeologi alla progettazione: Funz. Dir.vo Archeologo Angela Merendino 	
IL DIRIGENTE DELLA U.O.3 Arch. Carla Mancuso 		IL SOPRINTENDENTE Arch. Angelo Di Franco 	

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Salvatore Stagno



Regione Siciliana
Assessorato dei Beni Culturali e I. S.
Dipartimento dei Beni Culturali e I.S.
S15 - Soprintendenza Beni Culturali e Ambientali di Enna
U.O.B. S15.4 – Sezione per i Beni Archeologici

Progetto per la conoscenza, conservazione e valorizzazione mediatica della

“Statio romana” di Casaldismondo in territorio di Aidone (EN)

- Completamento della diga di Pietrarossa -

Progetto generale – CUP G95e18000180001

AGGIORNAMENTO APRILE 2022

MODELLO DI CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO E DI COTTIMO
Aggiornato con le disposizioni del D. Lgs. 50/2016 come modificato dal D. Lgs. 56/2017

- PARTE AMMINISTRATIVA -
Indice generale

TITOLO I – PARTE AMMINISTRATIVA

CAPO 1 – NATURA ED OGGETTO DELL'APPALTO

ART. 1 OGGETTO DELL'APPALTO

ART. 2 AMMONTARE DELL'APPALTO

ART. 3 MODALITÀ DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

ART. 4 INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO E DISCIPLINA DI RIFERIMENTO

ART. 5 DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO

ART. 6 DISPOSIZIONI GENERALI

ART. 7 FALLIMENTO E ALTRE VICENDE SOGGETTIVE DELL'APPALTATORE

ART. 8 RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DOMICILIO

CAPO 3 – TERMINI PER L'ESECUZIONE

ART. 9 CONSEGNA E INIZIO DEI LAVORI

ART. 10 TERMINI PER LA REALIZZAZIONE E L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

ART. 11 SOSPENSIONI E PROROGHE

ART. 12 PENALI IN CASO DI RITARDO

ART. 13 PROGRAMMA DEI LAVORI DELL'APPALTATORE

ART. 14 INDETERMINABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE

ART. 15 RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER GRAVE INADEMPIMENTO, GRAVE IRREGOLARITÀ E GRAVE RITARDO

CAPO 4 DISCIPLINA ECONOMICA

ART. 16 ANTICIPAZIONE

ART. 17 PAGAMENTI IN ACCONTO

ART. 18 NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI E PER I PAGAMENTI IN ACCONTO

ART. 19 PAGAMENTI A SALDO E MODALITÀ DI EROGAZIONE DEL CORRISPETTIVO

ART. 20 RITARDI NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO

ART. 21 RITARDI NEL PAGAMENTO DELLA RATA A SALDO

ART. 22 DISCIPLINA ECONOMICA DELL'ESECUZIONE DEI LAVORI PUBBLICI

ART. 23 CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DI CREDITI

CAPO 5 - CAUZIONI E GARANZIE

ART. 24 CAUZIONE DEFINITIVA

ART. 25 COPERTURE ASSICURATIVE

ART. 26 POLIZZA DI ASSICURAZIONE INDENNITARIA DECENNALE E RESPONSABILITÀ CIVILE

CAPO 6 - VARIAZIONI

ART. 27 VARIAZIONI AL PROGETTO E MODIFICHE AL CONTRATTO

ART. 28 PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI, LAVORI IN ECONOMIA

CAPO 7 -DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

ART. 29 NORME DI SICUREZZA GENERALE

ART. 30 PIANI DI SICUREZZA

ART. 31 PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA

ART. 32 OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANO DI SICUREZZA

CAPO 8- DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

ART. 33 SUBAPPALTO

ART. 34 RESPONSABILITÀ IN MATERIA DI SUBAPPALTO

ART. 35 PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI

ART. 36 SUBAFFIDAMENTI

CAPO 9- DISPOSIZIONI IN MATERIA DI LAVORATORI

ART. 37 TUTELA DEI LAVORATORI

CAPO 10 - CONTROVERSIE E RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

ART. 38 CONTROVERSIE

ART. 39 ULTERIORI CAUSE ESPRESSE DI RISOLUZIONE DEL CONTRATTO E DISPOSIZIONI OPERATIVE

CAPO 11- DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

ART. 40 ULTIMAZIONE DEI LAVORI E GRATUITA MANUTENZIONE

ART. 41 TERMINI PER IL COLLAUDO ED ACCERTAMENTO DI REGOLARE ESECUZIONE

ART. 42 PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI

CAPO 11 - NORME FINALI

ART. 43 QUALITÀ E ACCETTAZIONE DI MATERIALI IN GENERE

ART. 44 ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL 'APPALTATORE

ART. 45 SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE

ART. 46 RIMANDO DINAMICO E PREVALENZA DELLE NORME VIGENTI

TITOLO I – PARTE AMMINISTRATIVA
CAPO 1 – NATURA ED OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1 - Oggetto dell'appalto

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per l'esecuzione dell'opera: PROGETTO PER LA CONOSCENZA, CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE MEDIATICA "DELLA STATIO ROMANA" DI CASALGISMONDO IN TERRITORIO DI AIDONE (EN) – Agg. Luglio 2022 -.
2. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo dell'opera, con riguardo anche ai particolari costruttivi dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
3. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi. L'appaltatore è tenuto a rilevare e fare presenti all'amministrazione aggiudicatrice gli eventuali difetti del progetto in grado di pregiudicare la regolare realizzazione dell'opera e la funzionalità della stessa.

Art. 2 - Ammontare dell'appalto e classificazione dei lavori

1. L'importo complessivo dei lavori compresi nell'appalto ammonta alla somma di Euro 1.435.962,49 come risulta dal progetto e come risulta nel prospetto sotto riportato:

A1) Importo dei lavori, al netto degli oneri di sicurezza	€ 1.319.168,13
A2) Costi della sicurezza	€ <u>116.794,36</u>
TOTALE	€ 1.435.962,49

L'incidenza della manodopera è pari al 45,08% per un importo di € 647.377,47.

2. L'importo di cui al precedente comma comprende gli oneri della sicurezza, stimati in Euro € 116.794,36 (diconsi Euro centosedicimilasettecentoquarantanove/36), somma che non è soggetta a ribasso d'asta, nonché l'importo di Euro 1.319.168,13 (diconsi Euro unmilionetrecentodiciannovemilacentosessantotto/13), per i lavori soggetti a ribasso d'asta.

3. Le categorie di lavoro previste nell'appalto sono le seguenti:

RIEPILOGO LAVORAZIONI						
n°	CAPITOLO		IMPORTO LAVORI	QUOTA MANOD	INC. %	CATEG. LL.PP.
1	LAVORI E SCAVI ARCHEOLOGICI		€ 776.474,13	€ 510.918,13	65,80%	OS 25
1.1	SCAVI ARCHEOLOGICI	€ 224.941,33				
1.2	FORN. MANODOPERA E PERSONALE SPECIALIZ.	€ 551.532,80				
2	CONSERVAZIONE E PROTEZIONE. STRUTTURE		€ 542.694,00	€ 117.081,27	21,57%	OG 2
3	ONERI SICUREZZA		€ 116.794,36	€ 19.378,07	16,59%	OS 25
3.1	RECINZIONI E DELIMITAZIONI	€ 21.122,20				
3.2	SERVIZI IGIENICO-ASSISTENZIALI	€ 45.995,64				
3.3	SEGNALETICA	€ 1.344,00				
3.4	IMPIANTI TEMPORANEI	€ 10.996,47				
3.5	DPI PER RIDUZIONE RISCHIO BIOLOGICO	€ 1.506,84				
3.6	APPRESTAMENTI PER RID. RISCHIO CALDO SEV.	€ 14.088,72				
3.7	DPI PER RIDUZIONE RISCHIO CONTAGIO	€ 1.190,72				
3.8	MISURE DI PREVENZIONE COLLETTIVA	€ 20.549,77				
	TOTALE		€ 1.435.962,49	€ 647.377,47	45,08%	
	QUOTA CATEG. OS 25		€ 893.268,49			CLASS. III
	QUOTA CATEG. OG 2		€ 542.694,00			CLASS. II

QUADRO ECONOMICO						
A)	LAVORI		€ 1.435.962,49			
A1)	IMPORTO A BASE D'ASTA	€ 1.319.168,13				
A2)	ONERI SICUREZZA	€ 116.794,36			8,13%	
A3)	INCIDENZA MANODOPERA	€ 647.377,47			45,08%	
B)	SOMME A DISPOSIZIONE		€ 564.033,51			
B1)	IMPREVISTI (MAX 10% DI A)	€ 2.000,00				
B2)	IVA 22% DI A)	€ 315.911,75			0,14%	
B3)	SPESE TECNICHE 2% A) – ART 113	€ 28.719,25				
B4)	POLIZZE ASS.NE PROGETTISTI – ART. 24 C. 4	€ 2.000,00				
B5)	SPESE BANDO GARA, ANAC, TASSE, VERSAMEN.	€ 500,00				
B6)	MISSIONI DEL PERSONALE TECN. SCIENT.	€ 5.600,00				
B7)	CONSULENZE E INDAGINI	€ 10.000,00				
B8)	PROGETTO DI VALORIZZAZIONE INTERMEDIALE	€ 123.000,00				
B9)	RILIEVI ED ELABORAZIONI GRAFICHE	€ 30.000,00				
B10)	PUBBL. SCIENTIFICHE, ATT. DIDATTICA E DIVULG.	€ 4.310,23				
B11)	ONERI PER CSP, CSE, VERF. BELL., CNPA, IVA	€ 41.992,28				
	TOTALE PROGETTO		€ 1.999.996,00			

a) CATEGORIA PREVALENTE:

Categoria «**OS25 Scavo archeologico**». Importo €. 893.268,49 comprensivo dei costi della sicurezza.

Nei lavori relativi alla categoria prevalente non rientrano attività di cui all'art. 1, c. 53 L.190/2012 (white list):

Nella categoria prevalente non sono comprese lavorazioni per le quali è richiesta per legge una speciale abilitazione (es. DM 22 gennaio 2008, n.37, autorizzazione a bonifica bellica):

b) CATEGORIE SCORPORABILI:

(lavorazioni di importo > 10% dell'importo complessivo o > 150.000 Euro)

Non sono presenti categorie scorporabili

c) CATEGORIE SCORPORABILI SIOS

(lavorazioni SIOS di importo > 10% dell'importo lavori)

(D.M. 10 novembre 2016, n. 248 Regolamento recante individuazione delle opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica e dei requisiti di specializzazione richiesti per la loro esecuzione, adottato ai sensi dell'articolo 89, comma 11, del D. Lgs. 50/2016)

Categoria "**OG 2 – Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela**" Importo €. 542.694,00 comprensivo degli della sicurezza.

Nei lavori relativi alla categoria prevalente non rientrano attività di cui all'art. 1, c. 53 L.190/2012 (white list):

Nella categoria prevalente non sono comprese lavorazioni per le quali è richiesta per legge una speciale abilitazione (es. DM 22 gennaio 2008, n.37, autorizzazione a bonifica bellica):

4. La fornitura e la posa in opera non sono subappaltabili separatamente.

Art. 3- Modalità di stipulazione del contratto

1. Il contratto è stipulato interamente a misura.

2. I prezzi unitari offerti dall'aggiudicatario in sede di gara costituiscono prezzi contrattuali; essi sono applicati alle singole quantità eseguite.
3. I prezzi contrattuali sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate. Per le categorie di lavori non previste in contratto si provvede alla formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 28 del presente capitolato speciale.

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 4 - Interpretazione del contratto e del capitolato speciale di appalto e disciplina di riferimento

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, deve essere fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli 1362, 1363, 1364, 1365, 1366, 1367, 1368 comma 1 e 1369 del codice civile.
4. Ai fini del contratto si assumono le seguenti definizioni:
 - con il termine "appaltatore" si intende l'operatore economico affidatario dell'appalto o del cottimo;
 - con il termine "appalto" si intende il contratto di appalto o di cottimo.

Art. 5 - Documenti che fanno parte del contratto

1. Formano, a tutti gli effetti, parte integrante e sostanziale del Contratto di Appalto le norme ed i documenti di seguito elencati e di cui l'Appaltatore dichiara di avere preso particolareggiata e perfetta conoscenza:
 - il presente capitolato speciale di appalto;
 - tutti gli elaborati grafici del progetto esecutivo (agg. 07_2022);
 - l'elenco prezzi;
 - il cronoprogramma di cui all'articolo 40 del regolamento generale.
2. I documenti elencati al comma 1 possono anche non essere materialmente allegati, ad eccezione del capitolato speciale e dell'elenco prezzi unitari, a condizione che siano conservati dall'amministrazione aggiudicatrice e controfirmati dall'appaltatore.
3. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare il D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.
5. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:
 - il computo metrico e il computo metrico estimativo;
 - le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente capitolato speciale;
 - le quantità delle singole voci elementari rilevabili dagli atti progettuali e da qualsiasi altro loro allegato.

Elenco elaborati del progetto esecutivo:

Tav. n°	1	Relazione
Tav. n°	2	Documentazione Fotografica
Tav. n°	3	Analisi Prezzi
Tav. n°	4	Elenco Prezzi
Tav. n°	5	Computo Metrico Estimativo
Tav. n°	5.1	Incidenza della manodopera
Tav. n°	6	Quadro economico
Tav. n°	7	Cronoprogramma
Tav. n°	8	Elaborati Grafici
Tav. n°	9	Capitolato Speciale d'Appalto
Tav. n°	10	Specifiche delle somme a disposizione

Art. 6 - Disposizioni generali

1. La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e accettazione delle norme vigenti in materia di lavori pubblici, delle norme che regolano il presente appalto nonché del progetto e delle condizioni che attengono all'esecuzione dell'opera.

2. Per chiarezza, si elencano i principali atti normativi di riferimento per il contratto:

- D.lgs. 18 aprile 2016 e s.m.i., n.50, d.p.r. 5 ottobre 2010 n.207 e DM 145/2000;
- D.Lgs. n.81 del 2008.

3. La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale altresì a dichiarazione della sussistenza delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

L'impresa assume la responsabilità delle dichiarazioni rese in sede di giustificazione dei prezzi di offerta in quanto esse attengono alla organizzazione dell'appalto ed alla gestione del cantiere a proprio rischio; conseguentemente l'impresa medesima è gravata di ogni conseguenza, onere e spesa derivanti dalla mancata realizzazione o avveramento, anche parziale, dei presupposti e/o delle condizioni adottati a sostegno delle predette giustificazioni.

4. L'appaltatore, a pena di nullità del presente contratto, assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art.3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e successive modifiche.

5. L'appaltatore deve inserire nei contratti stipulati con privati subappaltatori o fornitori di beni e servizi le seguenti clausole, ai sensi della legge 13 agosto 2010, n. 136 e successive modifiche:

"Art. (...) (Obblighi del subappaltatore/subcontraente relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari)

1. L'impresa (...), in qualità di subappaltatore/subcontraente dell'impresa (...) nell'ambito del contratto sottoscritto con l'Ente (...), identificato con il CIG n. (...)/CUP n. (...), assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'articolo 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e successive modifiche.

2. L'impresa (...), in qualità di subappaltatore/subcontraente dell'impresa (...), si impegna a dare immediata comunicazione all'Ente (...) della notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

3. L'impresa (...), in qualità di subappaltatore/subcontraente dell'impresa (...), si impegna ad inviare copia del presente contratto all'Ente (...)."

6. L'appaltatore si impegna a dare immediata comunicazione alla amministrazione aggiudicatrice della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/sub-contraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

7. L'Amministrazione verifica i contratti sottoscritti tra l'affidatario dei lavori ed i subappaltatori e i subcontraenti in ordine all'apposizione della clausola sull'obbligo del rispetto delle disposizioni di cui all'art.3, comma 9 della L. 136/2010, e, ove ne riscontri la mancanza, rileva la radicale nullità del contratto.

8. Le parti stabiliscono espressamente che il contratto è risolto di diritto (art. 1456 c.c.) in tutti i casi in cui le transazioni siano state eseguite senza avvalersi di banche o della società Poste italiane s.p.a. (art. 3 comma 8 L. 136/2010) attraverso bonifici su conti dedicati, destinati a registrare tutti i movimenti finanziari, in ingresso ed in uscita, in esecuzione degli obblighi scaturenti dal presente contratto. Qualora, in conseguenza della rilevata nullità, non fosse possibile effettuare il ripristino senza pregiudizio dell'opera eseguita, l'amministrazione corrisponderà unicamente le spese documentate nel limite dell'utilità accertata ai sensi dell'articolo 2041 del codice civile.

9. Il contraente comunica all'amministrazione aggiudicatrice gli estremi identificativi dei conti correnti bancari o postali, accesi presso banche o presso la società Poste Italiane SPA, dedicati, anche non in via esclusiva, alle commesse pubbliche. La comunicazione all'amministrazione aggiudicatrice deve avvenire entro sette giorni dall'accensione dei conti correnti dedicati e nello stesso termine il contraente deve comunicare le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare su di essi. Le medesime prescrizioni valgono anche per i conti bancari o postali preesistenti, dedicati successivamente alle commesse pubbliche. In tal caso il termine decorre dalla dichiarazione della data di destinazione del conto alle commesse pubbliche.

10. Nel rispetto degli obblighi sulla tracciabilità dei flussi finanziari, il bonifico bancario o postale deve riportare, in relazione a ciascuna transazione, il CIG e il codice unico progetto (CUP).

11. Le parti convengono che qualsiasi pagamento inerente il presente contratto rimane sospeso sino alla comunicazione del conto corrente dedicato, completo di tutte le ulteriori indicazioni di legge, rinunciando conseguentemente ad ogni pretesa o azione risarcitoria, di rivalsa o comunque tendente ad ottenere il pagamento e/o i suoi interessi e/o accessori.

12. L'elenco prodotto dall'appaltatore prima della stipula del contratto di appalto e recante l'indicazione di tutte le lavorazioni, con i relativi importi, che lo stesso intende affidare in conformità a quanto già dichiarato in sede di gara, nonché il nome, il recapito e i rappresentanti legali dei suoi subappaltatori e subcontraenti coinvolti nei lavori o nei servizi e sottoposti agli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari previsti dalla legge 13 agosto 2010, n. 136 (Piano straordinario contro le mafie, nonché delega al Governo in materia di normativa antimafia), se questi sono noti al momento della stipula del contratto, viene utilizzato dall'amministrazione aggiudicatrice, dalla Direzione lavori e dal coordinatore della sicurezza, per i controlli di competenza. L'appaltatore deve comunicare all'amministrazione aggiudicatrice le eventuali modifiche delle informazioni relative ai subappaltatori e subcontraenti sopravvenute rispetto a quanto comunicato ai fini

della stipula del contratto, nonché le informazioni richieste per eventuali nuovi subappaltatori e subcontraenti coinvolti successivamente in tali lavori o servizi. La mancata comunicazione delle predette informazioni comporta la sospensione dei termini per le autorizzazioni al subappalto ed può costituire motivo, imputabile all'appaltatore, per la sospensione dei lavori.

13. Fermo restando l'obbligo di denuncia all'Autorità Giudiziaria, l'appaltatore si impegna a segnalare tempestivamente all'amministrazione aggiudicatrice ogni illecita richiesta di denaro o altra utilità ovvero offerta di protezione, nonché ogni tentativo di intimidazione o condizionamento di natura criminale che venga avanzata nel corso dell'esecuzione del contratto nei confronti di un proprio rappresentante, dipendente o agente. L'appaltatore deve inserire nei contratti di subappalto e nei contratti stipulati con ogni altro soggetto che intervenga a qualunque titolo nell'esecuzione del contratto, la seguente clausola: "Fermo restando l'obbligo di denuncia all'Autorità Giudiziaria, il subappaltatore/subcontraente si impegna a segnalare tempestivamente all'amministrazione aggiudicatrice ogni illecita richiesta di denaro o altra utilità ovvero offerta di protezione, che venga avanzata nel corso dell'esecuzione del contratto nei confronti di un proprio rappresentante, dipendente o agente."

Art. 7 - Fallimento e altre vicende soggettive dell'appaltatore

1. In caso di fallimento dell'appaltatore o di risoluzione del contratto per grave inadempimento del medesimo, la amministrazione aggiudicatrice si avvale, impregiudicati i diritti e le azioni a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dal D. Lgs. 50/2016, anche nei casi in cui l'esecutore sia una RTI o altro soggetto.
2. Eventuali modificazioni delle percentuali di esecuzione dei lavori rispetto alle quote di partecipazione al raggruppamento indicate in sede di gara o in sede di stipulazione del contratto devono essere comunicate tempestivamente all'amministrazione mediante l'invio dell'atto di modifica redatto nelle stesse forme dell'atto in cui sono contenute le indicazioni originarie e non richiedono la stipulazione di apposito atto aggiuntivo al contratto. La mancata produzione dell'atto di modifica delle quote di partecipazione al raggruppamento sospende il pagamento del corrispettivo, senza diritto per l'appaltatore al riconoscimento di interessi o altri indennizzi.

Art. 8 - Rappresentante dell'appaltatore e domicilio

1. L'appaltatore deve eleggere il proprio domicilio ai sensi e nei modi di cui all'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto. L'appaltatore potrà fare riferimento alla propria sede legale, alla sede dell'ufficio della direzione lavori oppure alla sede della stazione appaltante; presso tale sede eletta a domicilio saranno inoltrati tutti gli atti, i documenti o le intimazioni disposte dalla direzione lavori o dalla stazione appaltante.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1 o delle persona di cui al comma 2 del presente articolo, deve essere tempestivamente comunicata alla stazione appaltante.
4. L'appaltatore che non conduce personalmente i lavori deve farsi rappresentare da persona gradita all'amministrazione, con mandato depositato presso gli uffici dell'amministrazione stessa. Il rappresentante, il quale farà capo a tutte le disposizioni impartite dalla direzione lavori, dovrà possedere requisiti di idoneità tecnica e morale. Qualora sussistano comportamenti non idonei potrà essere allontanato dalla stazione appaltante a insindacabile giudizio della direzione stessa.
5. L'appaltatore è responsabile delle opere appaltate sia per quel che attiene la buona regola esecutiva che per quel che attiene il rispetto delle norme vigenti all'atto dell'esecuzione; egli è infatti pienamente responsabile dalla consegna dei lavori al collaudo, fatti salvi gli artt. 1667 e 1669 del codice civile. In tal senso la presenza di personale di sorveglianza o della direzione lavori, nonché le disposizioni dalla stessa impartite, costituiscono atti disposti per tutelare la stazione appaltante e non riducono le responsabilità dell'appaltatore.
6. L'appaltatore affiderà la direzione tecnica di cantiere a un tecnico esterno all'impresa oppure a un proprio dipendente, eventualmente iscritto all'albo professionale e dotato delle competenze adeguate alle opere che dovranno svolgersi. Il direttore tecnico firmerà per accettazione e dovrà non solo assicurare l'applicazione delle norme di sicurezza dei lavoratori ma assumersi anche la responsabilità della tutela degli stessi in relazione agli infortuni. Qualora si interrompano i rapporti di lavoro con il direttore tecnico, l'appaltatore dovrà provvedere alla sua sostituzione. In mancanza di un sostituto, il direttore dei lavori potrà ordinare la sospensione dei lavori e la chiusura del cantiere fino all'esecuzione di tale nomina,

addebitando all'appaltatore ogni onere economico dovesse derivare dalla ritardata ultimazione dei lavori causata dall'eventuale chiusura. Il direttore dei lavori e l'amministrazione appaltante potranno chiedere, qualora non dovessero essere graditi, la sostituzione del rappresentante legale, del direttore tecnico di cantiere e del capo cantiere, richieste alle quali l'appaltatore dovrà dare seguito.

CAPO 3 – TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 9 - Consegna e inizio dei lavori

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
2. La stazione appaltante ha facoltà di procedere in via d'urgenza alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi dell'articolo 153, commi 1 e 4, del regolamento generale; in tal caso il direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.
3. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della stazione appaltante risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
4. L'appaltatore deve trasmettere alla stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi e antinfortunistici, inclusa la cassa edile ove dovuta; egli trasmetterà altresì, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.

Art. 10 - Termini per la realizzazione e l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in mesi 12 (dodici) naturali consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Nel tempo contrattuale sono compresi le ferie contrattuali.
3. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del programma temporale dei lavori disposto dalla Stazione appaltante, che potrà fissare scadenze inderogabili per l'esecuzione di singole lavorazioni.
4. Nel caso di sospensione o di ritardo dei lavori per fatti imputabili all'impresa, resta fermo lo sviluppo esecutivo risultante dal Cronoprogramma allegato al contratto.

Art. 11 – Sospensioni e proroghe

1. La sospensione dei lavori può essere disposta dal direttore dei lavori. Cessate le cause della sospensione la direzione dei lavori ordina la ripresa dei lavori redigendo l'apposito verbale.
2. Non appena siano venute a cessare le cause della sospensione il direttore dei lavori redige il verbale di ripresa dei lavori indicando il nuovo termine contrattuale; detto verbale è firmato dall'appaltatore. Qualora le ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori siano venute meno solo in parte, potrà essere disposta la ripresa parziale dei lavori per le parti eseguibili. In caso di ripresa parziale il nuovo termine contrattuale di ultimazione lavori verrà ri-conteggiato.
3. Durante il periodo di sospensione i macchinari e le attrezzature debbono essere allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore. Qualora, per circostanze particolari, l'Appaltatore volesse lasciare nel cantiere in tutto o in parte macchinari ed attrezzature di cui sopra, dovrà farne richiesta scritta al Responsabile del procedimento, con indicazione specifica dei macchinari e della attrezzature, per ottenere il relativo benessere scritto; in ogni caso quanto sopra non potrà dar titolo a richiesta di indennizzo alcuno.
4. Resta salva la facoltà del direttore dei lavori di posticipare, mediante ordini di servizio, l'esecuzione di alcune tipologie di opere se, in rapporto alle modalità esecutive adottate dall'Appaltatore, queste non possano essere realizzate a perfetta regola d'arte, anche durante i periodi invernali. In tal caso non è riconosciuto all'Appaltatore alcun compenso o indennizzo.
5. I verbali di sospensione e di ripresa lavori devono essere trasmessi al responsabile del procedimento nel termine di cinque giorni dalla data di emissione. Qualora il responsabile del procedimento riscontri irregolarità ovvero discordanze con gli ordini impartiti alla direzione lavori, può, nell'ulteriore termine di due giorni dal ricevimento degli atti, sospendere l'efficacia dei verbali.

6. L'appaltatore, qualora per causa ad esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nei termini fissati, con domanda motivata può chiedere una proroga. Nella richiesta stessa devono essere indicati con le motivazioni specifiche anche il tempo residuo contrattuale e le lavorazioni residue da eseguire con il relativo importo, valutati alla data della domanda.
7. La disposizione di sospensioni e di riprese lavori nonché la concessione di proroghe determinano l'onere in capo all'appaltatore di rivedere il programma lavori, eventualmente aggiornandolo, secondo le modalità e con gli effetti dell'art. 13.

Art. 12 - Penali in caso di ritardo

Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale giornaliera pari a circa lo 0,5 per mille (euro zero e centesimi cinque ogni cento euro) dell'importo contrattuale, corrispondente a euro 600,00

2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
- a) dell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi, qualora la stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui all'articolo 13, comma 3, parte I, del presente capitolato speciale;
 - b) nella ripresa dei lavori che segue a un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
 - c) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati;
 - d) nel rispetto delle soglie temporali fissate a tale scopo nel cronoprogramma dei lavori.
3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a) è disapplicata e, se già addebitata, è restituita, qualora l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui al successivo articolo 17, parte I, del presente capitolato speciale.
4. La penale di cui al precedente comma 2, lettera b) e lettera d) del presente articolo, è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al precedente comma 2, lettera c) del presente articolo, è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.
5. Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.
6. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non può superare il 10% dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione il successivo articolo 19, parte I, del presente capitolato speciale in materia di risoluzione del contratto.
7. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla stazione appaltante a causa dei ritardi.

Art. 13 - Programma dei lavori dell'appaltatore

1. Il cronoprogramma deve intendersi decorrente dalla data di effettiva consegna dei lavori.
2. Ai fini della consegna lavori ed entro 15 giorni antecedenti la data prevista per la consegna medesima, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un proprio programma dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa. Qualora l'appaltatore non presenti il programma dei lavori entro il termine stabilito, il responsabile del procedimento fissa una nuova data e il termine per la consegna dei lavori rimane sospeso. Qualora sia inutilmente trascorso il nuovo termine assegnato dal responsabile del procedimento, l'amministrazione aggiudicatrice ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.
3. Il programma deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione, con l'eventuale programma dei lavori predisposto dall'amministrazione aggiudicatrice e deve essere approvato dalla stazione appaltante, mediante apposizione di un visto del responsabile del procedimento, sentito il Direttore lavori. La stazione può chiedere all'appaltatore di apportare modifiche al programma dei lavori; in tal caso il termine per la consegna dei lavori rimane sospeso dalla data della richiesta medesima. Qualora l'amministrazione aggiudicatrice non si sia pronunciata entro la data prevista per la consegna lavori, il programma si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto del termine di ultimazione.
4. La amministrazione aggiudicatrice può disporre, mediante ordine di servizio del responsabile del procedimento, modifiche o integrazioni al programma dei lavori dell'appaltatore, anche indipendentemente dal cronoprogramma allegato al contratto, purché compatibili con il termine contrattuale e senza alcun

compenso o indennizzo per l'appaltatore medesimo, ogni volta che sia necessario alla migliore esecuzione dei lavori e in particolare:

- a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
- b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;
- c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenza o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla amministrazione aggiudicatario o soggetti titolari di diritti reali su beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
- d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove su campioni, prove di carico, di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
- e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92 del decreto legislativo n. 81 del 2008.

5. L'appaltatore consegna alla Direzione lavori, ogni due mesi, il programma dei lavori aggiornato secondo l'andamento effettivo dei lavori.

Art. 14 - Inderogabilità dei termini di esecuzione

1. L'appaltatore non può vantare alcuna pretesa né avanzare richiesta di proroga del termine di ultimazione dei lavori o delle scadenze intermedie individuate all'art.10 per le seguenti cause:

- a) ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
- b) esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dovere effettuare per l'esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o concordati con questa;
- c) tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal Capitolato speciale d'appalto;
- d) eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
- e) eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente;
- f) ogni altro fatto o circostanza attribuibile all'Appaltatore.

Art. 15 - Risoluzione del contratto per grave inadempimento, grave irregolarità e grave ritardo

- 1. L'eventuale ritardo dell'appaltatore rispetto ai termini per l'ultimazione dei lavori o sulle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale superiore a 60 (sessanta) giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della stazione appaltante e senza obbligo di ulteriori motivazioni.
- 2. La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore e in contraddittorio con il medesimo.
- 3. Sono dovuti dall'appaltatore i risarcimenti dei danni subiti dalla stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto.

CAPO 4 DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 16 - Anticipazione

- 1. Si rimanda alle previsioni del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.
- 2. In ogni caso l'erogazione dell'anticipazione è subordinata all'avvenuta consegna dei lavori e alla costituzione dell'appaltatore di idonea garanzia fideiussoria di un importo almeno pari all'anticipazione, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge; l'importo della garanzia è gradualmente ridotto in corso d'opera dal totale dell'anticipazione ancora da recuperare.
- 3. L'anticipazione è gradualmente recuperata in corso d'opera, mediante trattenute sui pagamenti in conto effettuate in una percentuale pari a quella dell'anticipazione stessa.
- 4. L'anticipazione, per la parte non ancora recuperata mediante detrazione graduale in occasione dell'emissione dei singoli certificati di pagamento, è revocata qualora l'esecuzione del contratto non prosegua secondo gli obblighi pattuiti e, in tale caso, spettano all'amministrazione aggiudicatrice anche gli interessi legali sulle somme anticipate con decorrenza dalla data di erogazione dell'anticipazione.

Art. 17 - Pagamenti in acconto

1. I pagamenti avvengono per stati di avanzamento, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, aumentati degli eventuali materiali utili a piè d'opera depositati in cantiere (questi ultimi valutati per la metà del loro importo), contabilizzati al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, secondo quanto stabilito ai successivi articoli 27, 28, 29, parte I, del presente capitolato raggiungano un importo non inferiore a euro 150.000,00 (euro centocinquantamila/00) al netto della ritenuta di cui al comma 2.
2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, la protezione, l'assicurazione, l'assistenza e la sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.
3. Entro i 45 giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il direttore dei lavori redige la relativa contabilità e il responsabile del procedimento emette, entro i successivi 15 giorni, il conseguente certificato di pagamento il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data.
4. La stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 15 giorni, mediante emissione dell'apposito mandato e l'erogazione a favore dell'appaltatore ai sensi dell'articolo 29 del decreto legislativo 25 febbraio 1995, n. 77.-e a seguito di verifica della regolarità del documento fiscale (fattura) emesso dall'appaltatore e degli adempimenti previsti dall'art. 3 L. 136/2010;
5. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.
6. La corresponsione degli acconti è altresì sospesa nei seguenti casi, previo riscontro documentale degli inadempimenti rilevati e contestazione scritta degli stessi:
 - a) per mancata attivazione della polizza di RC all'insorgenza di danni arrecati alle opere preesistenti e a terzi;
 - b) per mancato adeguamento o insufficienza delle garanzie e coperture assicurative conseguenti a variante o dalla concessione di proroghe;
7. Quando i lavori rimangano sospesi con specifico verbale disposto dal Direttore dei lavori o dal Responsabile del procedimento, per un periodo superiore a 60 gg. per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento.
8. Qualora sia stata erogata l'anticipazione, sull'importo di ogni certificato di pagamento è operata la trattenuta di importo percentuale pari alla percentuale dell'anticipazione a titolo di graduale recupero della medesima.

Art. 18 - Norme per la valutazione dei lavori e per i pagamenti in acconto

1. Per il pagamento degli stati di avanzamento lavori si osservano le seguenti prescrizioni:
 - a) Lavori a corpo:** La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni della descrizione del lavoro a corpo ed i contenuti degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo rimane fisso e invariabile; è esclusa qualsiasi richiesta di verifica delle quantità o dei prezzi da parte dei contraenti. Dei lavori a corpo è portata in contabilità la quota percentuale dell'aliquota relativa alla voce disaggregata della categoria, rilevabile dal contratto, che è stata eseguita.
 - b) Lavori a misura:** Dei lavori appaltati a misura sono portate in contabilità le quantità che risulteranno effettivamente eseguite all'atto del loro accertamento, applicando alle stesse i prezzi unitari offerti.
 - c) Provviste:** I manufatti il cui valore sia superiore alla spesa per la loro messa in opera, se riconosciuti ed accettati dal Direttore dei lavori, potranno essere inseriti in contabilità prima della loro messa in opera in misura non superiore al 50% del prezzo a piè d'opera del manufatto stesso; non saranno invece inseriti in contabilità i prezzi dei materiali provvisti a piè d'opera prima del loro impiego.
 - d) Lavori imprevisti:** Per lavori non descritti nell'elenco succitato è applicato il prezzo stabilito con le norme di cui all'art. 28 del presente capitolato speciale di appalto.
2. Per tutte le opere di appalto le quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo. Si stabilisce che:
 - a.1) Scavi in genere** - Oltre gli obblighi particolari emergenti dal presente titolo del Capitolato Speciale d'Appalto e salvo diversa espressa indicazione precisata nell'elenco prezzi unitari (alternativamente nell'elenco descrittivo delle voci) o in subordine nelle norme tecniche del medesimo capitolato, coi prezzi di offerta per scavi in genere, l'Appaltatore deve ritenersi compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

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

a.2) Scavi e rilevati per la formazione del corpo stradale - Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o di spostamenti eventuali, per la costruzione di rampe d'accesso alla strada, verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate (la cui superficie potrà venire calcolata anche col planimetro o con sistemi informatici) che saranno rilevate in contraddittorio dell'Impresa in base alle sezioni convenzionali di progetto. Nel prezzo di offerta dei rilevati eseguiti con materie provenienti dagli scavi è compreso il carico, trasporto, scarico e formazione del rilevato a regola d'arte come prescritto dall'articolo relativo.

b) Murature in genere - Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente a volume od a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Dal volume delle murature saranno dedotti solo i vani di luce superiori ai decimetri quadrati 50 (cinquanta), salvo l'eccezione di cui al periodo seguente. I vani dei pozzetti dei tombini compenetrati nelle murature in controripa non verranno però, in eccezione a quanto sopra, dedotti intendendosi compensata la maggiore lavorazione delle spallette e l'architrave. Nei prezzi di tutte le opere, tanto di fondazione quanto in elevazione in muratura, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature ed i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa o scarico a pie' d'opera dei materiali d'ogni peso e volume e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione, e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature in elevazione, il paramento di faccia vista, del tipo indicato nel relativo prezzo di offerta delle murature, sempre ch  non sia previsto con pagamento separato. E' sempre compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque, l'eventuale tubazione a perdere, la formazione delle immorsature e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra di taglio. Nei prezzi unitari delle murature da eseguire con pietrame di propriet  dell'Amministrazione, come, in generale, per tutti i lavori per i quali s'impiegano materiali di propriet  dell'Amministrazione (non ceduti all'Impresa), si intende compreso ogni trasporto, ripulitura ed adattamento dei materiali stessi per renderli idonei alla messa in opera, nonch  la messa in opera degli stessi. Le murature eseguite con materiali ceduti all'Impresa saranno valutate con i prezzi suddetti delle murature con pietrame fornito dall'Impresa, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, messa in opera ecc., come sopra, del pietrame ceduto. Qualunque sia la incurvatura data dalla pianta e alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbono costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso in pi .

c) Murature in pietra da taglio - La pietra da taglio a pagarsi a volume sar  sempre valutata a metro cubo in base al volume del minimo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile. Le lastre ed altri prezzi, da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile. Per le pietre, di cui una parte viene lasciata greggia, si comprender  anche questa nella misurazione, non tenendo per  alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze dalla parte non lavorata in confronto alle dimensioni assegnate alla medesima dati tipi prescritti.

d) Calcestruzzi - I conglomerati cementizi di qualunque genere, saranno contabilizzati a metro cubo, in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eventuale eccedenza ancorch  inevitabile dipendente dagli scavi aperti e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste agli spigoli di cateto inferiore ed al pi  uguale a cm 10. Per le opere in cemento armato non verr  dedotto il volume del ferro nelle stesse compenetrato.

e) Opere in ferro - Il peso delle strutture in ferro verr  computato desumendolo dalle tabelle che risultano da manuali o da quelle delle ferriere, o con pesatura diretta.

f) Tubi in cemento - I tubi di cemento verranno valutati a metro lineare. Le frazioni di metro di lunghezza verranno valutate come metro intero.

g) Delineatori stradali - Indicatori chilometrici - Termine di confine - Nel prezzo unitario dei delineatori stradali, indicatori chilometrici e termini di confine, è compresa ogni operazione e provvista del materiale occorrente per la messa in opera, nonché per ultimo le incisioni delle lettere e dei numeri.

h) Mano d'opera - Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono stati richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi. L'Appaltatore è obbligato, senza alcun compenso, a sostituire tutti gli operai che non riescono di gradimento alla Direzione dei Lavori. Resta tassativamente stabilito che gli operai in economia devono essere messi a disposizione solo su richiesta della Direzione Lavori, e che quindi non saranno riconosciute e non saranno contabilizzate spese per prestazioni di mano d'opera, se non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

i) Noleggi - Le macchine ed attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano sempre in buono stato di servizio.

Il prezzo comprende la mano d'opera, il combustibile, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica e tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine. Per l'applicazione dei prezzi di noleggio di meccanismi in genere, il noleggio va inteso corrisposto per tutto il tempo durante il quale i meccanismi sono effettivamente utilizzati nell'ambito dei lavori oggetto dell'appalto, previo benestare della direzione lavori. Nel prezzo di noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese di trasporto a pie' d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi. Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

l) Trasporti - Nei prezzi dei trasporti s'intende compresa ogni spesa, la fornitura dei materiali di consumo e la mano d'opera del conducente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondente alle prescritte caratteristiche.

Art. 19 - Pagamenti a saldo e modalità di erogazione del corrispettivo

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro 60 giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; redatto il verbale di ultimazione, è predisposta la liquidazione dell'ultima rata d'acconto qualunque sia l'ammontare della somma.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 30 giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale entro il termine indicato o se lo firma senza però confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.
3. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'articolo 21, comma 2, parte I, del presente capitolato, nulla ostando, è pagata entro 90 giorni dall'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.
4. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria, non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.
5. La garanzia fideiussoria di cui al comma 4 deve avere validità e efficacia non inferiore a 32 mesi dalla data di ultimazione dei lavori e può essere prestata, a scelta dell'appaltatore, mediante adeguamento dell'importo garantito o altra estensione avente gli stessi effetti giuridici, della garanzia fideiussoria già depositata a titolo di cauzione definitiva al momento della sottoscrizione del contratto.
6. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo o il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

Art. 20 - Ritardi nel pagamento delle rate di acconto

1. Non sono dovuti interessi per i primi 45 giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle stesse circostanze per l'emissione del certificato di pagamento ai sensi dell'articolo 18 e la sua effettiva emissione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, per causa imputabile alla Stazione Appaltante, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo rispetto al predetto termine di 45 giorni. Trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora.
2. Non sono dovuti gli interessi per i primi 30 giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento a favore dell'appaltatore; trascorso tale termine senza che sia stato eseguito il pagamento per causa imputabile alla Stazione Appaltante, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo. Trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora.

3. In nessun caso sono dovuti interessi moratori allorché il pagamento sia stato sospeso per effetto di quanto previsto dalle disposizioni della legge provinciale, del regolamento di attuazione e del presente capitolato con particolare riferimento ai precedenti articoli 17 e 19.

Art. 21 - Ritardi nel pagamento della rata a saldo

1. Per il pagamento della rata a saldo in ritardo rispetto al termine stabilito all'art. 19, comma 3, per causa imputabile all'Amministrazione, sulle somme dovute decorrono gli interessi legali.
2. Qualora il ritardo nelle emissioni dei certificati o nel pagamento delle somme dovute a saldo si protragga per ulteriori 60 giorni, oltre al termine stabilito al comma 1, sulle somme sono dovuti gli interessi di mora.
3. Si applica quanto previsto dall'ultimo comma dell'articolo precedente.

Art. 22 - Disciplina economica dell'esecuzione dei lavori pubblici

1. In materia di disciplina economica dell'esecuzione dei lavori pubblici si applica la vigente normativa.

Art. 23 - Cessione del contratto e cessione di crediti

1. È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma, fatto salvo quanto previsto dalla normativa vigente.
2. L'amministrazione aggiudicatrice non accetta cessioni di credito per gli importi di contratto relativi alle lavorazioni che l'appaltatore intende subappaltare.
3. La cessione dei crediti, ai sensi della L. 21 febbraio 1991, n. 52 e pertanto qualora il cessionario sia una banca o un intermediario finanziario disciplinato dalle leggi in materia bancaria e creditizia il cui oggetto sociale preveda l'esercizio dell'attività di acquisto di crediti d'impresa, è efficace e opponibile all'amministrazione aggiudicatrice qualora questa non la rifiuti con comunicazione da notificarsi al cedente e al cessionario entro quarantacinque giorni dalla notifica della cessione stessa.
4. Il contratto di cessione dei crediti deve essere stipulato, ai fini della sua opponibilità alla stazione appaltante, mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata e deve essere notificato all'amministrazione appaltante. Il contratto di cessione, ancorché effettuato cumulativamente per più rapporti contrattuali, indica chiaramente gli estremi del contratto al quale la cessione si riferisce ed i singoli importi ceduti con riferimento ai relativi contratti e reca in ogni caso la clausola secondo cui l'amministrazione ceduta può opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in base al contratto di appalto, pena l'automatica inopponibilità della cessione alla stazione appaltante.

CAPO 5 - CAUZIONI E GARANZIE

Art. 24 - Cauzione definitiva

1. Al contratto è allegata la garanzia definitiva da costituirsi con le modalità di cui all'articolo 93, commi 2 e 3 del D. Lgs. 50/2016 per un importo fissato nella misura stabilita dall'articolo 103, comma 1 del medesimo D. Lgs. 50/2016. Tale importo è ridotto, in presenza delle condizioni stabilite dall'articolo 93, comma 7 del D. Lgs. 50/2016, applicando le percentuali stabilite da tale disposizione.
2. La garanzia definitiva potrà esser utilizzata per le finalità stabilite dall'articolo 103, comma 2 del D. Lgs. 50/2016. Costituisce inadempimento contrattuale rilevante, anche ai fini dello svincolo progressivo e sul saldo di cui al successivo comma 5, la mancanza della regolarità retributiva e contributiva dell'appaltatore e dei suoi subappaltatori desumibili dal DURC e/o da analoghe attestazioni rilasciate dagli istituti previdenziali.
3. Qualora la garanzia sia prestata con fideiussione con contratto formato e sottoscritto con modalità telematica, essa è sottoscritta digitalmente sia dal fideiussore che dall'appaltatore. Qualora il fideiussore rilasci copia del contratto con le modalità stabilite dal comma 2-bis dell'articolo 23 del codice dell'amministrazione digitale (D. Lgs. 82/2005), sarà cura dell'appaltatore fornire, via PEC, il contratto munito di entrambe le firme digitali.
4. Lo svincolo della fideiussione è regolato dall'articolo 103, comma 5 del D. Lgs. 50/2016, fermo restando che lo svincolo della rata a saldo è effettuata solo dopo l'approvazione del certificato di collaudo o di regolare esecuzione ovvero, in mancanza, con lo spirare del termine per la sua approvazione secondo la tempistica stabilita dall'articolo 26 della l.p. 26/1993 e fermo, altresì, restando che tale termine resta sospeso in presenza di una causa impeditiva dello svincolo imputabile all'appaltatore.
5. L'amministrazione richiede al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'esecutore.
6. La garanzia dovrà prevedere espressamente le seguenti clausole:

- a) la garanzia è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più dall'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore, nonché delle ulteriori fattispecie di cui al comma 2 dell'articolo 103 del D. Lgs. n. 50/2016;
- b) la garanzia prestata ha efficacia fino alla data di emissione del certificato di collaudo/certificato di regolare esecuzione;
- c) la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante;
- d) la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile;
- e) che l'eventuale mancato pagamento di commissioni, premi o supplementi del premio non potrà in nessun caso essere opposto all'Amministrazione appaltante;
- f) che il Foro competente in caso di controversia fra il Garante e l'Amministrazione appaltante è quello di Trento;
- g) eventuale clausola di inopponibilità di cui al periodo successivo.

Non saranno accettate condizioni ulteriori rispetto a quanto sopra indicato atte a limitare le garanzie o che pongano oneri a carico dell'Amministrazione appaltante, fatta salva la contemporanea presenza di una clausola di inopponibilità alla medesima Amministrazione appaltante. E' possibile continuare ad utilizzare lo Schema Tipo 1.2 e relativa Scheda Tecnica, approvato con D.M. 12 marzo 2004, n. 123, debitamente adeguato alla normativa vigente. A tal fine la Scheda tecnica dovrà essere accompagnata da un'apposita appendice riportante le clausole di cui alle lettere a), b), d), f) e g) sopra elencate.

Art. 25 – Coperture assicurative

1. l'appaltatore è obbligato, almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori, a stipulare una polizza di assicurazione che copra i danni subiti dall'amministrazione aggiudicatrice a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatesi nel corso dell'esecuzione dei lavori oggetto del presente capitolato. La polizza deve inoltre assicurare l'amministrazione aggiudicatrice contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori medesimi.

2. Fermo restando quanto previsto al successivo comma 3, le clausole della polizza devono essere conformi allo Schema Tipo di polizza 2.3, concernente "Copertura assicurativa per danni di esecuzione, responsabilità civile terzi e garanzia di manutenzione", approvato con decreto del Ministro delle Attività produttive 12 marzo 2004, n.123, adottato di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti.

3. Tutte le clausole dovranno essere riportate in una apposita appendice alla Scheda Tecnica 2.3 del decreto del Ministro delle Attività produttive 12 marzo 2004, n.123 e dovranno essere debitamente sottoscritte. La Scheda Tecnica 2.3 e l'appendice contenente tutte le clausole sopra elencate devono essere trasmesse all'amministrazione aggiudicatrice almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori.

4. La Scheda Tecnica 2.3 deve prevedere:

Sezione A - Copertura assicurativa dei danni alle opere durante la loro esecuzione e garanzia di manutenzione.

Partita I Opere e impianti permanenti e temporanei:

(importo di aggiudicazione)

Partita 2 Opere ed impianti preesistenti (Euro) () massimo indennizzo

Partita 3 Spese di demolizione e sgombero fino a Euro ()

Sezione B - Copertura assicurativa della responsabilità civile durante l'esecuzione delle opere.

Il massimale deve essere pari al 5% della somma assicurata per le opere nella Sezione A (somma degli importi delle Partite 1, 2 e 3), con un minimo di Euro 500.000,00 ed un massimo di Euro 5.000.000,00. La copertura assicurativa della responsabilità civile verso terzi durante l'esecuzione dei lavori deve comprendere:

- a) i danni a cose dovuti a vibrazione importo Euro *(da lasciare alla valutazione del Servizio di Merito)*
 - b) i danni a cose dovuti a rimozione, franamento o cedimento del terreno, di basi di appoggio o di sostegni in genere importo Euro *(da lasciare alla valutazione del servizio di Merito)*
 - c) danni a cavi o condutture sotterranee. Importo Euro *(da lasciare alla valutazione del Servizio di Merito)*
- 5.** Le inclusioni sopra elencate dovranno essere poste in calce alla Scheda Tecnica o dovranno essere riportate nell'appendice alla Scheda Tecnica e debitamente sottoscritte.
- 6.** In caso di sinistro l'esecutore dei lavori ha l'obbligo di provvedere al reintegro delle somme assicurate nelle Sezioni A e B della Scheda Tecnica 2.3.
- 7.** In caso di proroga o di aggiornamento della somma assicurata l'esecutore dei lavori dovrà trasmettere

all'amministrazione aggiudicatrice la Scheda Tecnica 2.3 bis del citato decreto ministeriale.

(Eventuale)

8. La polizza dovrà prevedere un periodo di garanzia di manutenzione della durata di mesi 12.

Art. 26 - Polizza di assicurazione indennitaria decennale e responsabilità civile

1. Per lavori di importo pari o superiore a 10.000.000,00 di euro, come risultante dallo stato finale, l'appaltatore è obbligato, a stipulare una polizza di assicurazione il cui testo dovrà essere conforme, fermo restando quanto previsto al successivo punto 2, allo Schema Tipo di polizza 2.4, concernente "Copertura assicurativa indennitaria decennale e per la responsabilità civile decennale" approvato con decreto del Ministro delle attività produttive 12 marzo 2004 n.123.

2. L'esecutore dei lavori è obbligato a trasmettere alla stazione appaltante, almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori ed avuto riguardo dell'importo del contratto, il compromesso per la stipulazione della Polizza indennitaria decennale con allegata la bozza di Scheda Tecnica 2.4 allegata al citato decreto ministeriale. In sede di collaudo deve essere presentata la polizza decennale conformemente alla bozza approvata; in sua assenza non è possibile liquidare la rata di saldo. Il compromesso deve essere rinnovato o consegnato in occasione delle modifiche contrattuali disposte in corso d'opera, avuto riguardo dell'importo di contratto aggiornato.

3. La Scheda Tecnica 2.4 deve prevedere:

Sezione A - Copertura assicurativa indennitaria decennale postuma

Partita 1 Rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi: Massimale pari a Euro _____

Partita 2 Demolizione e sgombero: Massimale pari a Euro _____ (tale importo è lasciato alla valutazione del Servizio di Merito)

(Eventuale) Si chiede la copertura assicurativa per le spese sostenute per la ricerca della parte difettosa dell'opera che ha originato il danno.

Sezione B Copertura assicurativa della responsabilità civile decennale postuma Il massimale deve essere pari al 5% del valore dell'opera realizzata, con un minimo di Euro 500.000,00 ed un massimo di Euro 5.000.000,00.

CAPO 6 – VARIAZIONI

Art. 27 - Variazioni al progetto e modifiche al contratto

1. Le singole quantità di progetto esposte nella lista delle lavorazioni e delle forniture potranno in fase esecutiva variare tanto in **aumento** quanto in **diminuzione**, ovvero essere soppresse nell'interesse della buona riuscita e della economia dei lavori, nel rispetto di quanto previsto dal presente articolo e dell'art. 106 del D. Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.. Inoltre potranno essere ordinate all'appaltatore lavorazioni e forniture non previste in fase progettuale, ai sensi dell'art. 106 del D. Lgs. 50/2016.

Art. 28 - Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi, lavori in economia

1. Qualora si rendano necessari nuovi lavori, nel limite del 20% dell'importo originario di contratto, per i quali non si trovi assegnato il relativo prezzo di offerta, l'Appaltatore ha l'obbligo di eseguirli e la amministrazione aggiudicatrice, se non presenti nell'elenco prezzi, li valuterà previa la determinazione dei nuovi prezzi secondo quanto indicato dal presente articolo, ovvero si provvederà alla loro esecuzione con operai, mezzi d'opera e provviste forniti dall'Appaltatore.

2. Gli operai per lavori in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Saranno a carico dell'Appaltatore le manutenzioni degli attrezzi e delle macchine nonché le eventuali riparazioni al fine del loro mantenimento in perfetto stato di servizio perché tali oneri sono compresi nei compensi orari della mano d'opera e dei noli. Le macchine, i mezzi di trasporto e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro perfetto funzionamento. La mano d'opera, i noli e i trasporti saranno pagati ai prezzi di offerta; si provvederà alla stesura dei nuovi prezzi secondo la procedura di cui al comma 1, qualora non si trovino assegnati i relativi prezzi di offerta.

3. Tutti i lavori, prestazioni e forniture da eseguirsi in economia, dovranno essere preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore alla fine di ogni giornata dovrà presentare all'ufficio della Direzione Lavori la nota analitica dei lavori, prestazioni e forniture effettuati in economia; in caso di impossibilità, tale nota sottoscritta dall'Impresa, dovrà essere inviata via fax entro il giorno stesso.

4. I nuovi prezzi possono essere determinati con i tre diversi criteri di seguito elencati in ordine di preferenza. I nuovi prezzi relativi a lavori, prestazioni e forniture da eseguirsi in economia si determinano:

A. CRITERIO DEL RIFERIMENTO ALL'ELENCO PREZZI DELLA REGIONE SICILIA 2019.

Per definire il nuovo prezzo si fa riferimento ai prezzi dell'Elenco Prezzi della Regione Siciliana relativo all'anno 2019. Se per definire il nuovo prezzo si fa riferimento ai prezzi dell'Elenco Prezzi in vigore al momento della formulazione del nuovo prezzo. I nuovi prezzi sono così determinati:

NP = Prif * (1 - Roff)

Prif = prezzi di riferimento, ovvero prezzi dell'Elenco prezzi o Prezzario regionale Sicilia 2018.

Roff = ribasso percentuale unico globale offerto dall'impresa sull'importo a base d'asta

B. CRITERIO DEL RAGGUAGLIO.

Il compenso per il nuovo prezzo si determina comparando la nuova voce ad analoghe di contratto al netto degli oneri di sicurezza.

C. CRITERIO DELL'ANALISI DEI PREZZI.

Qualora non sia possibile applicare i precedenti criteri, il NP sarà formulato con Analisi dei Prezzi utilizzando per quanto possibile l'elenco Prezzo PAT di progetto nella descrizione delle voci di costo elementari del NP medesimo (mano d'opera, noli, materiali). In mancanza il NP si formula mediante Analisi dei Prezzi di mercato omogeneizzato ai prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta. I nuovi prezzi sono così determinati:

NP = Pan * (1 - Roff)

Pan = prezzo derivante da regolare "Analisi prezzi" come sopra definita

Roff = ribasso percentuale unico globale offerto dall'impresa sull'importo a base d'asta. Il NP è quindi al netto degli oneri della sicurezza.

CAPO 7 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 29 - Norme di sicurezza generale

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizioni di permanente sicurezza e igiene.
2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente regolamento locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'appaltatore predispone per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle strutture utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito in questo articolo.

Art. 30 - Piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della amministrazione aggiudicatrice ai sensi del D.Lgs. n. 81 del 2008, salvo quanto espressamente precisato al comma 2.
2. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, ai sensi dell'art. 100 del D.Lgs. n. 81 del 2008. In nessun caso le eventuali integrazioni possono giustificare modifiche o adeguamento dei prezzi pattuiti.
3. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
4. Se il coordinatore non si pronuncia entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, le proposte si intendono rigettate.

Art. 31 - Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore e, per suo tramite, i subappaltatori hanno l'obbligo di trasmettere all'amministrazione aggiudicatrice prima dell'inizio dei lavori la documentazione prevista dalla vigente normativa relativamente

agli adempimenti assicurativi e antinfortunistici, nonché una copia del piano operativo di sicurezza di cui all'art. 89, comma 1, lettera h), del decreto legislativo n. 81 del 2008.

2. L'appaltatore ha l'obbligo di consegnare all'ente appaltante il piano operativo di sicurezza nel rispetto delle vigenti disposizioni, prima della consegna dei lavori; se questo obbligo non viene rispettato l'amministrazione aggiudicatrice non procede alla consegna dei lavori e diffida l'appaltatore a ottemperare entro un termine massimo di 30 giorni, trascorso inutilmente il quale si procede alla risoluzione del contratto secondo le disposizioni vigenti; in tal caso l'amministrazione aggiudicatrice affida l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto all'impresa che segue in graduatoria.

3. L'appaltatore ha l'obbligo, nei casi di immediata consegna dei lavori prima della stipula del relativo contratto, di presentare il piano operativo di sicurezza non oltre trenta giorni dalla consegna dei lavori; se questo obbligo non viene rispettato l'ente appaltante diffida l'appaltatore a ottemperare entro un termine massimo di trenta giorni, trascorso inutilmente il quale non si procede alla stipula del contratto e si affidano i lavori oggetto dell'appalto all'impresa che segue in graduatoria.

4. L'appaltatore ha l'obbligo di indicare, all'atto della consegna del piano operativo di sicurezza, il direttore tecnico del cantiere responsabile del rispetto del piano.

Art. 32 - Osservanza e attuazione dei piano di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del decreto legislativo n. 81 del 2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli 95, 96 e 97 e all'allegato XIII del predetto decreto legislativo n. 81 del 2008.

2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità alle disposizioni del D.Lgs. 81/08 e s.m.

3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

4. Il piano di sicurezza e di coordinamento costituisce parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

CAPO 8- DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 33 - Subappalto

1. Le singole lavorazioni sono subappaltabili o affidabili in cottimo secondo le modalità specificate nel bando di gara e dell'art. 105 del D. Lgs. 50/2016.

2. L'eventuale subappalto non può superare la quota del 30% dell'importo complessivo del contratto (compresi gli oneri della sicurezza), ai sensi dell'art. 105, co. 2 del D.Lgs. 50/2016, a cui si aggiunge l'ulteriore quota del 30% dell'importo delle opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali, individuate dal D.M. 10/11/2016, n. 248, di importo superiore al 10% dei lavori.

3. La fornitura e la posa in opera non sono subappaltabili separatamente ad eccezione delle lavorazioni elencate all'art. 2.

4. Gli oneri per la sicurezza concorrono a determinare l'importo delle opere da subappaltare e non sono ribassabili rispetto ai prezzi unitari di contratto.

5. L'affidamento in subappalto è sottoposto alle seguenti condizioni:

a) che i concorrenti all'atto dell'offerta o, nel caso di varianti in corso di esecuzione, l'affidatario all'atto dell'affidamento abbiano indicato i lavori o le parti di opere oppure i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture o le lavorazioni che intendono subappaltare e le relative categorie. L'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo non può essere autorizzato;

b) che l'affidatario depositi presso l'amministrazione aggiudicatrice una copia autentica del contratto di subappalto condizionato al rilascio dell'autorizzazione, contestualmente alla richiesta di autorizzazione al subappalto, e della dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'articolo 2359 del codice civile, con l'affidatario del subappalto o del cottimo; in caso di raggruppamento temporaneo, di società o di consorzio la stessa dichiarazione dev'essere resa da

ciascuno dei soggetti partecipanti; l'affidatario, inoltre, è tenuto a trasmettere copia dei contratti derivati stipulati con il subappaltatore, relativi all'uso di attrezzature o aree del cantiere o del luogo di esecuzione del servizio;

c) che al momento del deposito della richiesta di autorizzazione al subappalto l'affidatario trasmetta anche la certificazione attestante il possesso, da parte del subappaltatore, dei necessari requisiti di qualificazione in relazione alla prestazione subappaltata e la dichiarazione del subappaltatore attestante il possesso dei requisiti di ordine generale;

d) che nei confronti dell'affidatario del subappalto o del cottimo non sussista alcun divieto previsto dall'articolo 67 del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159 (Codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione, nonché nuove disposizioni in materia di documentazione antimafia, a norma degli articoli 1 e 2 della legge 13 agosto 2010, n. 136);

e) che nei confronti del subappaltatore non sussistano motivi di esclusione ai sensi dell'articolo 80 D.Lgs. 50/2016;

d) che l'affidatario del subappalto non abbia partecipato alla procedura per l'affidamento dell'appalto se il criterio di aggiudicazione dell'appalto non è quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

6. Nella richiesta di autorizzazione al subappalto e nel contratto di subappalto, l'appaltatore indica puntualmente l'ambito operativo del subappalto, sia in termini prestazionali che economici, e specifica in modo univoco, in particolare, il nominativo del subappaltatore, la descrizione delle lavorazioni o prestazioni oggetto di subappalto - indicando le relative quantità o i parametri dimensionali riferiti a ciascuna area di esecuzione e fase di processo e facendo riferimento al progetto o al capitolato prestazionale e all'offerta - le singole aree di esecuzione e le singole fasi di processo in cui verranno eseguite le lavorazioni o prestazioni date in subappalto.

5. Per l'autorizzazione al subappalto, al fine anche della dimostrazione della sussistenza delle condizioni previste dalla normativa vigente, l'appaltatore deve produrre la seguente documentazione:

DOCUMENTAZIONE DELL'IMPRESA AGGIUDICATARIA

➤ Richiesta in bollo di autorizzazione al subappalto, corredata di copia fotostatica di un documento di identità del sottoscrittore (qualora la domanda non sia firmata in presenza del dipendente addetto);

➤ Contratto di subappalto (o copia autentica) contenente:

- indicazione dei prezzi unitari delle lavorazioni che si intendono subappaltare; per ciascun prezzo unitario deve essere indicato il costo della voce relativa al personale, non soggetto a ribasso, e le ulteriori voci di costo, con il relativo ribasso. L'affidatario deve praticare, per le prestazioni affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione, con ribasso non superiore al 20 per cento. Le lavorazioni relative alla sicurezza non sono ribassabili rispetto ai prezzi unitari di contratto. Il costo complessivo del personale per le lavorazioni oggetto del contratto di subappalto non può essere inferiore a quello indicato in offerta per le medesime lavorazioni;

- la clausola sospensiva del contratto di subappalto in pendenza dell'autorizzazione da parte dell'amministrazione aggiudicatrice;

- i costi delle misure adottate per eliminare o, ove ciò non sia possibile, ridurre al minimo i rischi in materia di salute e sicurezza sul lavoro derivanti dalle interferenze delle lavorazioni, ai sensi dell'art. 26 del d.lgs. n.81 del 2008, nel contratto di subappalto devono essere specificamente indicati a pena di nullità ai sensi dell'articolo 1418 del codice civile. Tali costi non sono soggetti a ribasso;

- le seguenti clausole, a pena di nullità':

"Ciascuna delle parti, a pena di nullità del contratto, si assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla presente legge. Il contraente, qualora abbia notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui all'art.3 della L. 136/2010, procede a darne tempestiva comunicazione alla Prefettura" ;

"Fermo restando l'obbligo di denuncia all'Autorità Giudiziaria, il subappaltatore si impegna a segnalare tempestivamente all'amministrazione aggiudicatrice ogni illecita richiesta di denaro o altra utilità ovvero offerta di protezione, che venga avanzata nel corso dell'esecuzione del contratto nei confronti di un proprio rappresentante, dipendente o agente."

"E' previsto il pagamento diretto da parte dell'amministrazione aggiudicatrice in favore del subappaltatore ."

➤ Dichiarazione, resa ai sensi del dpr. 445 del 2000, circa la sussistenza o meno di forme di collegamento/controllo ai sensi dell'art. 2359 C.C. con l'impresa destinataria del subappalto. Analoga dichiarazione deve essere effettuata da ciascuno dei soggetti partecipanti nel caso di raggruppamento temporaneo, società o consorzio.

➤ Dichiarazione dell'appaltatore, resa ai sensi del dpr. 445/2000, attestante l'eseguita verifica dell'idoneità tecnico-professionale del subappaltatore, secondo le modalità di cui all'allegato XVII del D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81.

DOCUMENTAZIONE DELL'IMPRESA DESTINATARIA DEL SUBAPPALTO

➤ dichiarazione, resa ai sensi del dpr. 445 del 2000, attestante l'assenza dei motivi di esclusione di cui all'art. 80 del D.Lgs. 50/2016;

Se impresa subappaltatrice è una società per azioni o una società in accomandita per azioni o una società a responsabilità limitata o una società cooperativa o consortile per azioni o a responsabilità limitata:

➤ Comunicazione, resa ai sensi del dpcm 11 maggio 1991, n. 187, relativa alla composizione societaria sia nominativa che per quote percentuali, all'esistenza di diritti reali di godimento o di garanzia sulle azioni con diritto di voto, ai soggetti muniti di procura irrevocabile che hanno esercitato il voto nelle assemblee societarie nell'ultimo anno antecedente la dichiarazione;

(Per subappalti di importo superiore ad Euro 150.000,00.=)

➤ attestazione SOA;

➤ Dichiarazione dell'appaltatore che i tempi previsti per le lavorazioni oggetto del contratto di subappalto sono compatibili e congrui con il programma dei lavori dell'appalto principale, mediante l'aggiornamento dello stesso, con impegno dell'appaltatore medesimo di produrre il programma dei lavori aggiornato al direttore lavori prima dell'inizio dei lavori subaffidati.

(Per subappalti di importo superiore ad Euro 1.239.495,60.= (comprensivo dell'aumento del 20% di cui all'art.61 del d.p.r. 207/2010)

➤ certificazione sistema di qualità;

6. Il mancato rispetto delle condizioni previste dalla normativa vigente per l'autorizzazione al subappalto e per l'esecuzione dello stesso preclude l'autorizzazione al subappalto o ne comporta la revoca se è stata già emessa e può costituire motivo di risoluzione del contratto di appalto, secondo l'apprezzamento del responsabile del procedimento.

7. Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente all'inizio dei relativi lavori dalla Stazione appaltante, previa richiesta scritta dell'appaltatore; l'autorizzazione è rilasciata entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; il termine per il rilascio dell'autorizzazione è di quindici giorni per i subappalti di importo inferiore al 2 per cento dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a 100.000 euro. Tale termine può essere prorogato una sola volta ove ricorrano giustificati motivi; trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che l'amministrazione aggiudicatrice abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti qualora siano verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento in subappalto.

8. L'affidamento in subappalto è permesso nei confronti di associazioni di impresa. In tal caso, unitamente alla richiesta di autorizzazione al subappalto, deve essere prodotto anche il mandato collettivo speciale con rappresentanza, relativo all'associazione subaffidataria, conferito all'Impresa capogruppo dalle Imprese mandanti, nella forma di scrittura privata autenticata (o copia autenticata di esso) dal cui testo risulti espressamente:

- che le imprese che assumono il subappalto si sono costituite in raggruppamento temporaneo tra loro;
- che detto raggruppamento temporaneo fra imprese persegue il fine di eseguire lavori in subappalto, con espressa indicazione dell'appalto principale nonché dei lavori affidati in subappalto;
- che l'esecuzione del subappalto determina la responsabilità solidale di tutte le imprese facenti parte del raggruppamento stesso nei confronti dell'appaltatore committente oppure, se presentata da imprese costituite in raggruppamento temporaneo di tipo "verticale" o ai sensi dell'art. 92, comma 5 del d.p.r. 207/2010, determina, nei confronti dell'appaltatore committente, la responsabilità dell'Impresa capogruppo per la parte di opera dalla stessa assunta e la responsabilità dell'Impresa capogruppo e delle Imprese mandanti per le parti di opera da queste ultime assunte;
- che il mandato stesso è gratuito ed irrevocabile e che la sua revoca per giusta causa non ha effetti nei confronti dell'appaltatore committente;
- che all'Impresa capogruppo spetta la rappresentanza esclusiva, anche processuale, delle Imprese mandanti nei confronti dell'appaltatore committente in relazione al subappalto, anche dopo il collaudo (o certificato di regolare esecuzione) dei lavori principali fino all'estinzione di ogni rapporto;
- la quota di partecipazione al raggruppamento di ciascuna impresa riunita.

9. È considerato subappalto anche qualsiasi contratto avente a oggetto attività che richiedono l'impiego di manodopera nel luogo di esecuzione del contratto, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se l'incidenza del costo della manodopera e del personale è superiore al 50 per cento dell'importo del contratto da affidare e se queste attività, singolarmente, risultano d'importo superiore al 2 per cento dell'importo delle prestazioni affidate o d'importo superiore a 100.000 euro.

10. La amministrazione aggiudicatrice verifica che nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate ai lavori, ai servizi e alle forniture di cui

al comma 1 sia inserita, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla presente legge.

Art. 34 - Responsabilità in materia di subappalto

1. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della amministrazione aggiudicatrice per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la amministrazione aggiudicatrice medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danno avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.
2. Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dall'art.21 del D.Lgs. n.646 del 1982 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).
3. L'appaltatore deve comunicare alla Compagnia assicurativa presso la quale è stata stipulata la polizza C.A.R., ai fini della validità della copertura assicurativa, la presenza di subappaltatori in cantiere, prima che questi diano inizio alle lavorazioni subappaltate. L'appaltatore è tenuto a dare notizia di tale comunicazione all'amministrazione aggiudicatrice.

Art. 35 - Pagamento dei subappaltatori

1. L'amministrazione aggiudicatrice procede al pagamento diretto del subappaltatore, in occasione dello stato di avanzamento e in base a quanto ammesso in contabilità dalla direzione dei lavori.
2. Sugli importi da liquidare al subappaltatore sono operate le ritenute previste per Legge. Le ritenute sono svincolate con il pagamento a saldo del subappaltatore.
3. Se l'appaltatore, in corso di esecuzione, comunica alla direzione dei lavori contestazioni in ordine alla regolare esecuzione del subappalto e se le eventuali contestazioni sono accertate dalla direzione dei lavori, l'amministrazione aggiudicatrice procede al pagamento della parte non contestata. Non sono opponibili dall'appaltatore altre cause di sospensione del pagamento diretto del subappaltatore. L'importo trattenuto destinato al subappaltatore può essere liquidato previa soluzione delle contestazioni, accertata dalla direzione lavori ed annotata negli atti contabili.

Art. 36- Subaffidamenti

1. L'appaltatore deve comunicare all'amministrazione aggiudicatrice i dati relativi a tutti i subcontratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, sottoposti agli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari previsti dalla legge 13 agosto 2010, n. 136, con il nome del subcontraente, l'importo del contratto, l'oggetto della prestazione affidata e la dichiarazione che non sussiste, nei confronti dell'appaltatore, alcun divieto previsto dall'articolo 67 del decreto legislativo n. 159 del 2011. Il regolare pagamento da parte dell'appaltatore delle prestazioni eseguite dai subcontraenti costituisce adempimento contrattuale.
2. Nei contratti di appalto e nelle concessioni di lavori, servizi e forniture, costituisce adempimento contrattuale il regolare pagamento da parte dell'appaltatore o del concessionario delle prestazioni eseguite dai fornitori e dai subcontraenti diversi dai subappaltatori, sottoposti agli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari previsti dalla legge 13 agosto 2010, n. 136 (Piano straordinario contro le mafie, nonché delega al Governo in materia di normativa antimafia) e comunicati all'amministrazione aggiudicatrice.
3. Ai fini della comunicazione il fornitore dell'appaltatore o del subappaltatore o il subcontraente dell'appaltatore, come individuati ai sensi del comma 2, inviano all'amministrazione aggiudicatrice e all'affidatario copia delle fatture inevase.
4. Il responsabile del procedimento invita l'appaltatore o il subappaltatore a comunicare le proprie controdeduzioni o a depositare le fatture quietanzate entro un termine non inferiore a 15 giorni; in tale periodo resta comunque sospeso il pagamento dello stato avanzamento lavori successivo.
5. L'amministrazione aggiudicatrice, decorso inutilmente il termine previsto dal comma 4, sospende il pagamento dello stato di avanzamento dell'appalto principale o il pagamento del subappalto per una somma corrispondente al doppio dell'importo delle fatture inevase.
6. L'amministrazione aggiudicatrice procede al pagamento della somma sospesa di cui al comma 5 solo previa trasmissione delle fatture quietanzate da parte del fornitore o dal subcontraente diverso dal subappaltatore o di specifica liberatoria del medesimo.
7. Ai fini dell'emissione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo, l'Amministrazione aggiudicatrice verifica l'integrale pagamento delle prestazioni dei subcontraenti, mediante acquisizione di una dichiarazione resa ai sensi del d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445, con la quale l'appaltatore e gli eventuali subappaltatori dichiarano di aver provveduto all'integrale pagamento dei subcontraenti. La dichiarazione del subappaltatore viene acquisita dall'appaltatore e trasmessa da questo all'Amministrazione aggiudicatrice prima del pagamento a saldo del subappalto.

CAPO 9- DISPOSIZIONI IN MATERIA DI LAVORATORI

Art. 37 - Tutela dei lavoratori

1. L'appaltatore e gli eventuali subappaltatori sono tenuti ad osservare le norme e prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in materia di tutela, sicurezza e salute, assicurazione, previdenza e assistenza dei lavoratori, assolvendo agli obblighi previdenziali, assicurativi e fiscali nei confronti degli Enti preposti.
2. In tema di responsabilità solidale tra appaltatore e subappaltatore si applica la normativa statale vigente.
3. Con riferimento ai pagamenti in acconto, il documento unico di regolarità contributiva (DURC) è richiesto per i seguenti soggetti:
 - Impresa o ATI appaltatrice; nel caso di A.T.I. il DURC è richiesto nei confronti delle imprese che hanno effettivamente operato nel periodo considerato dal S.A.L.;
 - Imprese subappaltatrici che hanno eseguito i lavori in subappalto durante il periodo considerato dal SAL.
4. Con riferimento al pagamento del saldo, l'amministrazione aggiudicatrice verifica il DURC dell'appaltatore nonché dei soli subappaltatori che hanno concluso i lavori in subappalto successivamente all'ultimo SAL liquidato.
5. Per il pagamento degli stati di avanzamento dei lavori, il DURC deve essere verificato con riferimento alla data finale del periodo di tempo considerato dallo stato di avanzamento; per il pagamento del saldo finale, il DURC deve essere verificato con riferimento alla data ultima effettiva di conclusione dell'opera, comprensiva degli eventuali lavori richiesti dall'organo di collaudo.
6. L'amministrazione aggiudicatrice procede all'acquisizione d'ufficio del DURC e dell'attestazione di regolarità retributiva. A tal fine l'appaltatore è tenuto a fornire, in sede di stipulazione del contratto e in sede esecutiva, informazioni veritiere, tempestive e complete atte a consentire all'amministrazione aggiudicatrice l'ottenimento del predetto documento da parte dei soggetti competenti.
7. L'appaltatore e gli eventuali subappaltatori devono munire il personale occupato di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto, ovvero nei confronti dei datori di lavoro con meno di dieci dipendenti. Lo schema della tessera di riconoscimento e le sue modalità di emissione sono allegate al verbale di consegna lavori.

CAPO 10 - CONTROVERSIE E RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

Art. 38 - Controversie

1. Le riserve iscritte dall'appaltatore sui documenti contabili sono esaminate e valutate in termini di Legge. Qualora l'accordo bonario non venga raggiunto, il foro competente è quello di Catania.
2. E' escluso l'arbitrato.
3. Sulle somme riconosciute ai sensi del comma 1, gli interessi legali cominciano a decorrere 60 giorni dopo la data di sottoscrizione dell'accordo bonario, previamente approvato dalla Stazione appaltante.
4. Nelle more della risoluzione delle controversie l'appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori, né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione appaltante.
5. Le domande che fanno valere pretese già oggetto di riserva non possono essere proposte per importi maggiori rispetto a quelli quantificati nelle riserve stesse.

Art. 39 - Ulteriori cause espresse di risoluzione del contratto e disposizioni operative

1. La amministrazione aggiudicatrice può risolvere il contratto, oltre che in tutti i casi previsti dalla Legge vigente anche nei seguenti casi:
 - a) quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli dal direttore dei lavori, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti, in relazione alla violazione delle norme sostanziali sul subappalto;
 - b) nel caso di mancato rispetto delle ingiunzioni fattegli dalla amministrazione aggiudicatrice nei modi e nei termini di Legge, per il ritardo nell'inizio o per ingiustificata sospensione dei lavori o per il ritardo rispetto al programma di esecuzione dei lavori, inadempienza che, in relazione alle caratteristiche e alle finalità dell'appalto, viene contrattualmente configurata come negligenza grave o contravvenzione da parte dell'appaltatore agli obblighi alle condizioni stipulate;

- c) nel caso di gravi mancanze rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al decreto legislativo n. 81 del 2008 e delle ingiunzioni fatteggi al riguardo dal coordinatore della sicurezza.
2. Nei casi di risoluzione del contratto, la comunicazione della decisione assunta dalla amministrazione aggiudicatrice è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ritorno, con contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.
3. L'amministrazione aggiudicatrice nel comunicare all'Appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, dispone con un preavviso di almeno 20 giorni la redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché l'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbono essere mantenuti a disposizione dell'amministrazione aggiudicatrice per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.
4. In sede di liquidazione finale dei lavori dell'appalto risolto è determinato l'onere da porre a carico dell'appaltatore inadempiente in relazione alla maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori.

CAPO 11- DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

Art. 40

Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. Al termine dei lavori e in seguito a comunicazione formale dell'Appaltatore, il Direttore dei Lavori, effettuati i necessari accertamenti in contraddittorio con l'Appaltatore della regolarità dell'opera eseguita, redige il certificato di ultimazione dei lavori.
2. Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamente delle lavorazioni sopraindicate.
3. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi di difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, oltre il termine indicato nel certificato di ultimazione, si applica la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente capitolato speciale, proporzionale all'importo della parte dei lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
4. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione del collaudo (o del certificato di regolare esecuzione) da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dall'art.41.

Art. 41 - Termini per il collaudo ed accertamento di regolare esecuzione

Per lavori di importo superiore a €1.000.000,00

1. Il collaudo tecnico amministrativo verrà effettuato entro il termine di un anno dall'ultimazione dei lavori accertata dal certificato del Direttore dei lavori.

Per lavori di importo fino a €500.000,00

1. Il collaudo tecnico amministrativo è sostituito da un certificato del direttore dei lavori che attesti la regolare esecuzione dei lavori.
2. Il certificato di regolare esecuzione deve essere emesso entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori. Il collaudo tecnico amministrativo, qualora necessario o richiesto, verrà effettuato entro il termine di un anno dall'ultimazione dei lavori accertata dal certificato del Direttore dei lavori.

FACOLTATIVO per lavori di importo da €500.000,00 a €1.000.000,00

1. Il collaudo tecnico amministrativo è sostituito da un certificato del direttore dei lavori che attesti la regolare esecuzione dei lavori.
2. Il certificato di regolare esecuzione deve essere emesso entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori. Il collaudo tecnico amministrativo, qualora necessario o richiesto, verrà effettuato entro il termine di un anno dall'ultimazione dei lavori accertata dal certificato del Direttore dei lavori.
3. Nel caso che, su richiesta dell'Amministrazione venga nominato un collaudatore in corso d'opera, visite dei collaudo in corso d'opera e/o parziali saranno effettuate anche durante l'esecuzione dei lavori.
4. Nel caso di difetti o mancanze riscontrate nei lavori all'atto della visita di collaudo, l'appaltatore è tenuto ad eseguire i lavori di riparazione o di completamento ad esso prescritti dal collaudatore nei termini stabiliti

dal medesimo. Il certificato di collaudo non potrà essere rilasciato prima che l'appaltatore abbia accuratamente riparato, sostituito o completato quanto indicato dal collaudatore. Il periodo necessario alla predetta operazione non potrà essere considerato ai fini del calcolo di eventuali interessi per il ritardato pagamento.

5. Sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore le spese di visita del personale dell'amministrazione aggiudicatrice per accertare l'intervenuta eliminazione dei difetti e delle mancanze riscontrate dall'organo di collaudo ovvero per le ulteriori operazioni di collaudo rese necessarie dai difetti o dalle stesse mancanze. Tali spese sono prelevate dalla rata di saldo da pagare all'appaltatore.

Art. 42 - Presa in consegna dei lavori ultimati

1. L'amministrazione aggiudicatrice si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere realizzate ai sensi delle vigenti leggi.

2. Se la amministrazione aggiudicatrice si avvale di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporsi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta. Egli può richiedere che sia redatto verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.

3. La presa di possesso da parte della amministrazione aggiudicatrice avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del Direttore dei lavori o per mezzo del responsabile del procedimento, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

4. Se l'amministrazione aggiudicatrice non si trova nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente Capitolato Speciale.

5. La amministrazione aggiudicatrice può disporre lo sgombero in maniera tempestiva del suolo pubblico e di uso pubblico, delle aree di cantiere e di deposito, mediante ordine di servizio del responsabile del procedimento, su richiesta del Direttore dei Lavori, per necessità inerenti all'agibilità dell'opera. Lo sgombero avviene previa ricognizione da parte della Direzione Lavori e dell'organo di collaudo, se costituito, per garantire la sicurezza e l'agibilità dei luoghi, pur restando a completo carico dell'Impresa la manutenzione dell'opera.

CAPO 11 - NORME FINALI

Art. 43 - Qualità e accettazione di materiali in genere

1. I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto devono corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e nei regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni, devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio, in rapporto alla funzione cui sono destinati; in ogni caso i materiali, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei e accettati dalla direzione Lavori, anche in seguito di specifiche prove di laboratorio o di certificazioni fornite dal produttore.

2. Qualora la direzione dei lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali in quanto non adatta all'impiego, l'impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa impresa.

3. In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizione comunitarie (dell'Unione Europea) nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori possono dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la direzione lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

4. Entro 60 giorni dalla consegna dei lavori o, in caso di materiali o prodotti di particolare complessità, almeno 60 giorni prima del loro utilizzo, l'appaltatore presenta alla Direzione dei Lavori, per l'approvazione, la campionatura completa di tutti i materiali, manufatti, prodotti, ecc. previsti o necessari per dare finita in ogni sua parte l'opera oggetto dell'appalto.

5. L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Art. 44 - Oneri ed obblighi diversi a carico dell'appaltatore

1. L'appaltatore deve provvedere a dirigere, in cantiere, i lavori per il tramite del proprio titolare o di un suo rappresentante debitamente delegato, di riconosciuta competenza; deve impiegare materiale di buona qualità ed eseguire le opere a regola d'arte, secondo i requisiti richiesti; deve eseguire direttamente i lavori principali, adottando impianti e attrezzature adeguate: qualora faccia ricorso a ditte specializzate per opere minori particolari, egli risponde direttamente della buona e regolare esecuzione dei lavori.

2. E' obbligo dell'appaltatore di adottare nell'esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessarie, sui posti di lavoro o in vicinanza di essi, per garantire l'incolumità delle persone. L'Appaltatore risponde totalmente e incondizionatamente della stabilità dell'opera sia civilmente sia penalmente tenendo sollevate e indenni, per qualsiasi infortunio o evenienza, anche nei confronti di terzi, sia l'Amministrazione che la Direzione dei Lavori egli risponde pure di tutte le opere da esso eseguite o fornite sia rispetto alla stabilità, alla rispondenza ai dati di progetto e alla loro perfetta riuscita, sia rispetto alla sicurezza delle persone addette e non addette ai lavori, sia ancora rispetto ai danni che potessero derivare alle parti di costruzioni già eseguite o di terzi o a beni di terzi ivi comprese le aree oggetto di occupazioni temporanee. Qualunque danno o ammenda derivante dall'esecuzione delle opere appaltate sarà perciò a carico dell'Appaltatore.

3. Oltre agli oneri generali e a quelli particolari inerenti alle singole operazioni, da eseguirsi in base al presente Capitolato, sono a totale ed esclusivo carico e spese dell'Appaltatore e compresi nel corrispettivo di appalto i seguenti ONERI O OBBLIGHI:

a) l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per l'apprestamento del cantiere, se non già previste nel piano di sicurezza e di coordinamento, quali:

- protezione e recinzione in genere, atte a impedire un facile accesso agli estranei;
- passaggi e allacciamenti stradali provvisori, ma in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori e che comunque siano autorizzate ad accedervi;
- baraccamenti per il ricovero degli operai con i rispettivi spogliatoi e servizi igienico-sanitari,
- tettoie per il deposito di materiali e per gli uffici di cantiere dell'Impresa stessa e della Direzione dei Lavori, dotate di telefono e di idoneo sistema di riscaldamento per la stagione invernale, comprese le spese di esercizio;
- allacciamenti provvisori di acqua, di luce elettrica e di forza motrice, canalizzazioni e simili necessari per il funzionamento del cantiere, e le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai sopradetti servizi;
- la fornitura di tutti i materiali di consumo, attrezzi utensili, carburanti, lubrificanti, ecc., necessari per l'esecuzione dei lavori, manutenzione segnaletica e sicurezza del lavoro;
- l'adozione di tutti i provvedimenti e cautele necessarie per garantire l'incolumità degli operai e delle persone, addetti ai lavori, e dei terzi comunque presenti o passanti dal luogo di lavoro e per evitare danni ai beni pubblici o di interesse pubblico e privato;
- l'osservanza delle norme emanate in materia di sicurezza e di salute da osservare nei luoghi di lavoro e/o nei cantieri temporanei o mobili;

b) l'installazione e l'impiego di tutte le attrezzature e i mezzi d'opera adeguati per il funzionamento con efficienza e modernità del cantiere, il quale dovrà essere attrezzato con impianti e macchinari in numero e potenzialità tali per una corretta, buona e tempestiva esecuzione delle opere appaltate con risultati efficaci; la compatibilità dei mezzi impiegati con il tipo di lavoro da eseguirsi e con la sicurezza della viabilità stradale; tali mezzi sono comunque soggetti, prima dell'uso, al preventivo benestare della Direzione Lavori;

c) la prestazione gratuita degli strumenti occorrenti e di personale esperto per effettuare: tracciamenti; picchettazioni; apposizione di capisaldi; livellazioni; misurazioni; rilevamenti; verifiche; saggi; accertamenti dei lavori relativi alle operazioni di consegna; attività di supporto alle operazioni di misurazione per la contabilità e di collaudo;

d) la fornitura di fotografie delle opere in corso, in numero e dimensioni idonei a documentare tutte le lavorazioni realizzate, fermo restando ulteriori e specifiche richieste che potranno essere avanzate dalla Direzione Lavori;

e) effettuare a proprie spese, nel corso dell'esecuzione dei lavori, le indagini di controllo e verifica che la Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo, se costituito, riterranno necessarie, anche ai sensi del D.M. 11 marzo 1988 e s.m., nonché a controllo dei materiali impiegati o da impiegarsi (acciaio, leganti e conglomerati cementizi e bituminosi, miscele inerti e quanto altro aggiudicato opportuno dalla Direzione Lavori). La Direzione Lavori o l'organo di collaudo possono stabilire che talune prove siano effettuate avvalendosi di Istituti e Laboratori di prova, ufficialmente riconosciuti, con oneri a carico dell'appaltatore;

(Ove ritenuto necessario in relazione alla tipologia o dimensione dell'opera)

L'appaltatore è tenuto altresì ad installare laboratori di cantiere dotati delle attrezzature necessarie per le prove sui materiali impiegati per la costruzione del corpo stradale, della sovrastruttura e delle opere d'arte;

f) la custodia e la sorveglianza diurna e notturna del cantiere di lavoro, dei materiali e dei mezzi d'opera, anche in periodo di sospensione dei lavori e nei giorni di sosta dei lavori per festività, con il personale necessario; ogni responsabilità per sottrazioni o danni, che comunque si verificassero (anche in periodo di sospensione dei lavori), per colpa di chiunque, ai materiali approvvigionati e posti in opera o comunque presenti in cantiere resta a carico dell'appaltatore fino alla ultimazione dei lavori. L'appaltatore è obbligato a sostituire, a sua cura e spese, i materiali sottratti, danneggiati e ad eseguire la riparazione conseguente. In

particolare per le pavimentazioni bituminose e cementizie e per i giunti di dilatazione, l'Appaltatore dovrà provvedere alla manutenzione, fino ad approvazione del collaudo (o del certificato di regolare esecuzione), rispettando tutte le precauzioni necessarie per non intralciare o rendere pericoloso il traffico, rimanendo comunque tenuto all'osservanza delle norme di legge sulla circolazione e l'incolumità pubblica, addossandosi ogni responsabilità sia civile che penale. La manutenzione importa l'obbligo della conservazione della pavimentazione (e quindi degli elementi che ne fanno parte integrante, tipo i giunti di dilatazione) in ottima efficienza, assicurando alla stessa la completa regolarità della sagoma tanto in senso longitudinale quanto in quello trasversale. Gli interventi di manutenzione dovranno essere immediati, a semplice richiesta verbale della Direzione Lavori, la quale, in caso di mancato adempimento entro 48 ore dall'invito scritto si riserva di provvedere d'ufficio addebitando all'Appaltatore la spesa sostenuta e gli eventuali danni subiti; per ragioni particolari di stagione o per altre cause potranno essere tollerati provvedimenti di carattere provvisorio, procedendo poi appena possibile alla sistemazione definitiva;

g) la fornitura ed il mantenimento in efficienza di tutta la segnaletica di deviazione installata e/o consegnata mediante verbale, per tutto il periodo di durata dei lavori, in conformità alle disposizioni vigenti, intendendo compresi, se del caso, anche gli eventuali impianti semaforici e/o altre segnalazioni luminose richieste dalla stazione appaltante, salvo diversa espressa previsione. L'Amministrazione pertanto rimane sollevata da ogni e qualsiasi responsabilità civile e penale per danni alle persone e alle cose, derivanti da deficienze in materia. Soltanto nel caso di lavori di manutenzione ordinaria di carattere eccezionale non ricorrente, l'Amministrazione provvederà anche al mantenimento in efficienza di tutta la segnaletica di deviazione installata;

h) la protezione delle opere: l'appaltatore dovrà provvedere all'idonea protezione dagli agenti atmosferici, anche mediante capannoni, di quei lavori le cui operazioni dovranno essere eseguite all'asciutto e/o al riparo e all'adozione di ogni provvedimento necessario per evitare di pregiudicare il risultato e l'efficacia di dette operazioni, restando a carico dell'Appaltatore l'obbligo del risarcimento di eventuali danni conseguenti a mancato o insufficiente rispetto della presente prescrizione;

i) provvedere alla Direzione del cantiere: l'appaltatore dovrà affidare, per tutta la durata dei lavori, la direzione del cantiere ad un tecnico abilitato iscritto agli albi professionali, e dovrà altresì assumere tecnici esperti ed idonei per tutta la durata dei lavori, in modo che gli stessi possano essere condotti con perizia e celerità secondo le direttive dell'Ufficio Dirigente. L'appaltatore dovrà comunicare per iscritto alla Stazione Appaltante, prima dell'inizio dei lavori, il nominativo del Direttore del cantiere e l'accettazione di questi; dovrà inoltre comunicare per iscritto alla amministrazione aggiudicatrice ogni sostituzione che si dovesse verificare. Inoltre l'appaltatore è tenuto a specificare se il Direttore di cantiere svolge anche le mansioni di Responsabile della sicurezza ai sensi del D.Lgs. 81 del 2008 ovvero, se tale compito è stato affidato ad un soggetto distinto, l'appaltatore ha l'obbligo di comunicarne il nominativo nonché l'accettazione per iscritto da parte dello stesso affidatario;

j) l'osservanza dei Regolamenti Edilizi Comunali ed il provvedere a tutti gli adempimenti e relativi oneri nei confronti delle Autorità Amministrative (ivi compresa l'Autorità per la vigilanza sui lavori pubblici), Enti ed Associazioni aventi il compito di esercitare controlli di qualsiasi genere e di rilasciare licenze di esercizio, come ad esempio V.V.F., Ministero degli Interni, Uffici Comunali e Prefettizi, UTIF, CEI, SIT, ENEL, TELECOM (o altri concessionari di telefonia), ISPELSS, Aziende Erogatrici ecc.. L'appaltatore è tenuto, a proprie spese, ad adeguarsi alle prescrizioni imposte dai predetti Enti nonché ad adottare tutti gli accorgimenti necessari e conseguenti;

k) denunciare, all'Ente appaltante e alla Soprintendenza provinciale competente le scoperte che venissero effettuate nel corso dei lavori di tutte le cose di interesse archeologico, storico, artistico, paleontologico, ecc. o soggette comunque alle norme del D.Lgs. 42/2004. L'Ente appaltante ha soltanto la figura di scopritore, nei confronti dello Stato, coi connessi diritti e obblighi. L'Appaltatore dovrà provvedere alla conservazione temporanea delle cose scoperte, lasciandole nelle condizioni e nel luogo in cui sono state rinvenute in attesa degli accertamenti della competente autorità, al loro prelevamento e trasporto, con le necessarie cautele e alla loro conservazione e custodia in adatti locali, dopo che la Sovrintendenza competente ne avrà autorizzato il trasporto;

l) fornire alla Direzione Lavori e al coordinatore per l'esecuzione in forma scritta tutte le indicazioni e prescrizioni necessarie all'uso ed alla manutenzione dell'opera e in particolare tutte le informazioni per adeguare il fascicolo delle manutenzioni, durante la realizzazione dell'opera;

m) assicurare il transito lungo le strade ed i passaggi pubblici e privati, che venissero intersecati e comunque disturbati nella esecuzione dei lavori, provvedendo all'uopo a sue spese con opere provvisorie e con le prescritte segnalazioni, oppure studiando con la Direzione dei Lavori eventuali deviazioni di traffico su strade adiacenti esistenti;

n) assicurare in ogni momento l'esercizio della strada nei tratti della medesima interessati dalla sistemazione in sede;

o) osservare le norme in applicazione della legge sulla Polizia mineraria, nonché ad osservare tutte le prescrizioni, leggi e regolamenti in vigore per l'uso delle mine, senza possibilità di chiedere alla amministrazione aggiudicatrice indennizzi o maggiori compensi, anche qualora ciò incida sulla programmazione dei lavori e sulla organizzazione e produttività del cantiere;

p) espletare tutte le pratiche e sostenere tutti gli oneri per l'occupazione temporanea e definitiva delle aree pubbliche o private, diverse o maggiori rispetto a quelle previste nel progetto allegato al contratto, occorrenti per le strade di servizio per l'accesso ai vari cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, per cave di prestito, per discariche di materiali dichiarati inutilizzabili dalla Direzione dei Lavori, per cave e per tutto quanto occorre alla esecuzione dei lavori.

4. Resta altresì contrattualmente stabilito che:

a) non verrà accordato all'Appaltatore alcun indennizzo per perdite, avarie o danni che si verificassero durante il corso dei lavori. Per i casi di forza maggiore si applicano le vigenti disposizioni. I danni riconosciuti esclusivamente di forza maggiore perché provocati da eventi eccezionali saranno compensati dall'Appaltatore ai sensi e nei limiti stabiliti dalla legge, sempre che i lavori siano stati misurati e iscritti nel libretto restando peraltro ferme le disposizioni ivi prescritte per quanto riguarda la negligenza dell'Appaltatore. Sono perciò a carico esclusivo dell'Appaltatore sia i lavori occorrenti per rimuovere il corroso da invasione di acque provocate dall'Appaltatore sia per riparare guasti imputabili a negligenze dell'Appaltatore o delle persone delle quali è tenuto a rispondere che non abbiano osservato le regole d'arte e le prescrizioni della Direzione Lavori. Nessun compenso è dovuto per danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, di ponti di servizio. Nessun indennizzo o maggiore compenso sarà riconosciuto all'appaltatore per scoscendimenti, le solcature e altri guasti alle scarpe degli scavi e dei rilevati, gli interramenti degli scavi stessi e delle cunette, causati da precipitazioni anche di eccezionale intensità. Pertanto l'appaltatore dovrà provvedere in ogni caso alle riparazioni ed alle attività di ripristino conseguenti ai predetti eventi, a sua cura e spese.

b) L'appaltatore è obbligato a garantire, contro eventuali danni prodotti da terzi, le opere eseguite, restando a suo carico le spese occorrenti per riparare i guasti avvenuti prima della messa in esercizio dell'opera. L'appaltatore è anche obbligato a mantenere e conservare tutte le servitù attive e passive esistenti sull'area oggetto dell'appalto, rimanendo responsabile di tutte le conseguenze che l'amministrazione, sotto tale rapporto, dovesse sopportare per colpa dello stesso appaltatore.

c) L'appaltatore deve apprestare, nei pressi dei cantieri di lavoro, dei locali ad uso alloggio ed ufficio del personale di direzione ed assistenza, completamente arredati, illuminati ed eventualmente riscaldati a seconda delle richieste che saranno fatte dalla Direzione dei Lavori, nonché, durante i sopralluoghi di cantiere da parte delle persone autorizzate, provvedere a fornire i dispositivi antinfortunistici di protezione individuale. L'appaltatore deve altresì provvedere alla fornitura dell'acqua potabile agli operai ed alla installazione degli apprestamenti igienici, di ricovero od altro per gli operai stessi.

d) E' fatto assoluto divieto all'appaltatore di servirsi dell'opera di personale della Stazione appaltante.

e) L'appaltatore è obbligato a collocare le tabelle indicative del cantiere entro 5 gg. dalla data del verbale di consegna. Tali tabelle, di dimensioni non inferiori a 1,00 x 2,00 m, dovranno essere collocate in sito ben visibile. Per il contenuto di detta tabella si rimanda alla circolare del Ministro dei LL.PP. 1 giugno 1990 n° 1729 e la stessa dovrà essere conforme all'art. 30 del regolamento del Codice della Strada; l'Impresa esecutrice dovrà ordinare le prescritte tabelle corrispondenti alle specifiche tecniche richieste dalle disposizioni vigenti.

f) L'appaltatore si obbliga a procedere - prima dell'inizio dei lavori e durante lo svolgimento di essi e a mezzo di Ditta specializzata, ed all'uopo autorizzata dalle competenti Autorità - alla bonifica, sia superficiale che profonda, dell'intera zona sulla quale si svolgono i lavori ad essa affidati, sino ai confini dei terreni espropriati dall'Amministrazione, per rintracciare e rimuovere ordigni ed esplosivi di qualsiasi specie, in modo che sia assicurata l'incolumità di tutte le persone addette ai lavori, alla loro sorveglianza, alla loro direzione. Pertanto l'Impresa esecutrice sarà responsabile di qualsiasi incidente che potesse verificarsi per incompleta o poco diligente bonifica, rimanendone invece sollevata in tutti i casi l'Amministrazione. Resta inteso che l'attività di cui alla presente lettera non costituisce subappalto.

g) L'appaltatore è obbligato a richiedere l'assistenza delle società di gestione e/o proprietarie dei sottoservizi qualora fossero interrati nella zona interessata dai lavori e dovrà adottare tutte le cautele e gli accorgimenti tecnici che saranno suggeriti dalle predette Società affinché siano evitati danneggiamenti, senza per questo avanzare richieste di indennizzi o di ulteriori compensi, anche qualora ciò incida sulla programmazione dei lavori e sulla organizzazione e produttività del cantiere.

- h) L'appaltatore è obbligato al mantenimento del transito sulle vie pubbliche e private interessate alle lavorazioni, nonché al mantenimento degli scoli delle acque e delle canalizzazioni esistenti.
- i) L'appaltatore è obbligato, a fine lavori, a ripristinare a sua cura e spese i cippi, eventualmente rimossi e/o danneggiati che delimitano l'area ricevuta in consegna dalla amministrazione aggiudicatrice per la realizzazione dell'opera. .
- j) L'appaltatore è tenuto alla custodia e buona conservazione delle opere fino a collaudo ultimato.
- k) L'appaltatore è obbligato alla presentazione alla D.L. dei calcoli statici e disegni esecutivi delle opere in c.a., c.a.p. e strutture metalliche, che eventualmente verranno richiesti, in relazione ad aspetti costruttivi di dettaglio.
- l) L'appaltatore è obbligato alle spese per le operazioni del collaudo statico, ove necessario, ai sensi della L. 5 novembre 1971 n. 1086 e al D.M. 4 maggio 1990 sui ponti, con esclusione delle competenze spettanti al collaudatore statico che sono a carico dell'amministrazione.
- m) L'appaltatore deve adottare nell'esecuzione dei lavori, tutti i procedimenti e le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni alle proprietà pubbliche e private. Ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni ricadrà pertanto sull'appaltatore, restandone sollevata l'amministrazione ed il personale della stessa preposto a direzione e sorveglianza.
- n) L'appaltatore deve produrre, dopo la fine lavori, i disegni "as built" delle parti impiantistiche e meccaniche dell'opera realizzata nonché gli ulteriori elaborati progettuali aggiornati in conseguenza delle varianti o delle soluzioni esecutive che si siano rese necessarie, previa approvazione del direttore dei lavori, in modo da rendere disponibili tutte le informazioni sulle modalità di realizzazione dell'opera o del lavoro, al fine di potere effettuare la manutenzione e le eventuali modifiche dell'intervento nel suo ciclo di vita utile. La mancata produzione dei predetti elaborati sospende la liquidazione del saldo.
5. Tutti gli oneri specificati nei precedenti commi si intendono compensati nel prezzo contrattuale.

Art. 45 - Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
 - a) le spese contrattuali, quelle previste nel bando di gara e quelli disposti dalle norme vigenti
 - b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
 - c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (per occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori, non previsti in contratto;
 - d) le spese, le imposte e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto e degli atti connessi, compresi il collaudo, gli accordi bonari e le eventuali transazioni.
2. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente, o indirettamente gravano sui lavori e sulle forniture oggetto d'appalto.
3. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente Capitolato speciale si intendono I.V.A. esclusa.

Art. 45 – Rimando dinamico e prevalenza delle norme vigenti

1. Per quanto non espressamente disposto e/o in contrasto con le vigenti Leggi e norme che regolano i contratti pubblici, si applicano il D. Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., le linee guida ANAC, il D. Lgs. 81/2008, il D.M. MIT n. 49 del 07.03.2018, il D.M. MIBACT n. 154 del 22.08.2017 nei testi vigenti momento del bando di gara nonché ogni altra Legge, Norma e Regolamento applicabile.

PARTE II
CRITERI E METODI PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI
PRINCIPI GENERALI

Art. 1. Generalità

L'elenco dei prezzi unitari contiene le descrizioni attinenti la fornitura dei materiali e dei prodotti e quelle delle modalità esecutive che interesseranno le lavorazioni previste in progetto.

L'appaltatore dovrà sempre impegnarsi nell'offrire la migliore fornitura possibile e la migliore esecuzione dell'opera: pertanto, impiegherà solo mano d'opera capace e qualificata e, per le lavorazioni specialistiche, si appoggerà a operai specializzati specificatamente in quel campo.

Le lavorazioni risulteranno quindi eseguite a regola d'arte, prive di qualsiasi vizio, difetto e/o alterazione e saranno ottenute impiegando materiali di qualità appartenenti alle migliori categorie, dunque privi di difetti di sorta e rispondenti alle norme tecniche specifiche vigenti al momento dell'impiego, così come previsto specificatamente per ogni tipo di materiale o di prodotto da impiegare.

I prezzi unitari attribuiti a ogni lavorazione, compreso l'eventuale ribasso d'asta offerto dall'appaltatore, si intendono compensativi delle opere, dei manufatti, dei materiali e di ogni altro onere previsto per l'esecuzione e la collocazione in opera. Per quanto non previsto nel presente capitolato, si rinvia al capitolato generale degli appalti e al capitolato speciale degli appalti, pubblicato dal Ministero dei lavori pubblici.

Art. 2. Criteri di valutazione

Tutte le opere e le lavorazioni verranno misurate e determinate con metodi geometrici (superfici, volumi, lunghezze) oppure a peso, secondo le specifiche generali e secondo l'unità di misura prevista e riportata nell'elenco prezzi o nel verbale di concordamento dei nuovi prezzi.

Si considerano escluse ogni altra forma e ogni altro metodo di misurazione non geometrici salvo, qualora ammesso, per quelle lavorazioni che potranno essere concordate a corpo su basi comunque geometriche, così come verrà precisato di seguito.

Per tali casi specifici infatti e quando espressamente indicato (per esempio nel caso di lavorazioni specialistiche che riguardino apparati decorativi del manufatto tipo elementi in rilievo, modanature, elementi scultorei e simili, per i quali sarebbe impossibile pervenire a una misurazione) si potranno effettuare valutazioni a corpo, tenuto conto comunque che dovranno essere contemplate nella misurazione quantità di limitata entità.

Sarà prerogativa della direzione lavori individuare se e in che misura dovranno essere effettuate maggiorazioni di compensi in presenza di casi particolarmente disagiati anche a livello climatico, a meno che tali evenienze non siano già state preventivamente considerate nel prezzo unitario.

VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI

Art. 3. Rimozioni e demolizioni

Tutti i prezzi relativi alle rimozioni e alle demolizioni (anche parziali) di manufatti, di parti edilizie e di componenti architettonici comprenderanno ogni onere necessario per il recupero del materiale riutilizzabile nello stesso cantiere quali, per esempio, la pulizia sommaria e l'accatastamento in adeguato luoghi del cantiere o quanto altro necessario per utilizzi futuri, nonché ogni onere relativo al carico e al trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile.

È da valutare e compensare a parte la accurata pulizia del materiale da reimpiegare nello stesso cantiere e il suo eventuale restauro.

I materiali derivati dalle demolizioni sono di proprietà dell'amministrazione, la quale potrà cederle all'appaltatore, il quale curerà comunque la rimozione e il trasporto dal cantiere in altro luogo a lui gradito; tali materiali potranno essere utilizzati sia all'interno del cantiere che in altri luoghi.

Nei lavori di demolizione, ove sia necessario, sono inclusi:

- tutte le operazioni di innaffiamento;
- i canali per la discesa dei rifiuti;
- il taglio dei ferri di armatura;
- il lavaggio di pareti o di porzioni di manufatto;
- la cernita, la calcinatura e la pulizia sommaria dei materiali riutilizzabili, incluso l'accatastamento.

Saranno altresì incluse tutte le opere necessarie a non danneggiare con le demolizioni altre parti dell'edificio o parti contermini e tutte le opere necessarie a non arrecare né danno né alcun genere di disturbo a persone o cose.

Demolizione di murature

Le demolizioni di murature, di qualsiasi altezza esse siano e in qualunque materiale siano state realizzate, saranno valutate e compensate a unità di volume di muratura effettivamente demolita, essendo compresi nelle misurazioni anche gli spessori derivanti dalla presenza degli intonaci e dei rivestimenti.

Le demolizioni al m³ vuoto per pieno saranno effettuate in relazione all'effettivo volume dell'edificio misurato a filo delle pareti esterne e della copertura, con esclusione dei balconi e degli aggetti nonché dei comignoli e di altre opere similari; tutte le aperture inferiori a 2 m² non verranno prese in considerazione, mentre dovranno essere detratti i volumi corrispondenti a aperture e fori che abbiano sezioni o superfici pari o superiori a 2 m².

Le demolizioni verranno compensate come demolizioni in breccia quando le aperture o i vani da eseguire non saranno superiori a 2 m² di superficie oppure, nei casi di demolizioni a prevalente sviluppo lineare (per esempio per cordolature), quando la larghezza non superi i 50 cm.

Demolizione di tramezzi

Le demolizioni di tramezzature saranno valutate per superficie effettivamente demolita dei tramezzi, considerando inclusi in tale categoria anche gli intonaci e i rivestimenti eventualmente presenti.

Saranno detratte dalle superfici quelle derivanti dalle aperture e dai vani di superficie pari o superiori a 2 m².

Demolizione di intonaci e rivestimenti

Per la demolizione degli intonaci, in qualunque materiale e modalità siano stati eseguiti e a qualunque altezza siano stati posti, si procederà alla valutazione e alla compensazione per unità di superficie, a partire dalla misurazione delle quantità effettivamente rimosse e applicando detrazioni solo per aperture o per vani che abbiano superficie uguale o superiore a 2 m²; in tal senso, si provvederà a compensare aggiuntivamente la superficie corrispondente alla riquadratura delle stesse aperture quando si sarà in presenza di spessori murari maggiori di 15 cm.

Demolizione di massetti

La demolizione di massetti si valuterà per unità di superficie fino a uno spessore massimo pari a 8 cm; gli spessori aggiuntivi saranno valutati e compensati a parte, a seconda di quanto tale spessore sia stato maggiorato.

Nel prezzo deve intendersi incluso ogni onere necessario alla demolizione in sé e allo scarico a rifiuto del materiale di risulta.

Demolizione di pavimenti e massetti

La demolizione di pavimenti e di massetti, di qualsiasi genere e in qualunque materiale essi siano stati realizzati, dovrà essere valutata e compensata per la superficie effettivamente compresa tra le pareti intonacate, non considerando perciò ai fini della valutazione eventuali incassi dello stesso pavimento sotto l'intonaco.

Nel compenso, come da elenco prezzi, deve considerarsi incluso ogni onere necessario all'esecuzione delle demolizioni e dello scarico a rifiuto del materiale di risulta.

Se non precisato diversamente, nell'opera di demolizione devono considerarsi incluse anche le rimozioni del battiscopa; per pavimentazioni che debbano essere scomposte o smontate per la posa successiva, dovrà essere contemplato il compenso aggiuntivo per la pulizia; per i massetti di spessore superiore a 8 cm, si applicherà una maggiorazione per ogni centimetro di incremento.

Demolizione dei solai

La demolizione dei solai sarà valutata a unità di superficie in base alle luci nette degli stessi solai, inclusi il pavimento sovrastante e il sottofondo.

Per i solai lignei devono intendersi inclusi nel prezzo la demolizione del tavolato con sovrastanti caldana e pavimento e la demolizione dell'eventuale controsoffitto in cannucciato, mentre si considereranno a parte le rimozioni della grossa orditura.

Per i solai latero-cementizi si deve intendere incluso nella demolizione l'intero solaio a copertura degli ambienti, ossia a luce netta del vano, inclusi caldana e pavimento.

Per i solai in ferro nella demolizione sono incluse la caldana, le voltine nonché le putrelle di ferro e ogni altra armatura presente.

Tutti i pavimenti che dovessero richiedere una rimozione accurata con eventuale recupero del materiale per il riutilizzo dovranno essere compensati a parte, previa prescrizione in progetto o in fase esecutiva.

Nei solai inclinati, potranno compensarsi a parte le demolizioni di sporti di gronda quando questi richiederanno ausili particolarmente onerosi necessari a garantire un certo grado di sicurezza; sono inclusi nel prezzo tutti gli oneri necessari alle demolizioni, incluse piattaforme e banchine di lavoro.

Rimozione della grossa orditura del tetto

Rimossi i solai come descritto in precedenza, la rimozione della grossa orditura verrà valutata e compensata per unità o frazione di superficie, eseguendo misurazioni geometriche delle superfici senza detrazione dei fori.

Per le falde inclinate, la misurazione sarà eseguita geometricamente sulla superficie effettivamente demolita; nel prezzo deve intendersi incluso anche l'onere per la rimozione delle eventuali banchine di appoggio.

Art. 4. Ponteggi, trasporti, noli, scavi e rinterri, paratie

Ponteggi

Tutti i ponteggi, eseguiti all'esterno o all'interno del manufatto, quando abbiano un'altezza di 4,50 ml misurata dal piano di posa, si intendono sempre compensati con la voce dell'elenco prezzi relativa alla specifica lavorazione (per esempio per gli intonaci, per i tinteggi, ecc.).

Qualora vadano installati ponteggi di altezza superiore, essi saranno compensati a parte per tutto il tempo necessario all'esecuzione delle opere, purché questo sia congruo alla lavorazione specifica e alla organizzazione del cantiere e delle lavorazioni: tutti i ponteggi dovranno essere del tipo autorizzato e montati da personale esperto; per ponteggi di dimensioni consistenti, così come previsto dalle normative vigenti, il progetto dovrà essere a firma di ingegnere o di architetto abilitato e dovrà essere tenuto sempre in cantiere.

Trasporti

I trasporti di terra, di sabbia, di ghiaia o di qualsiasi altro materiale sciolto verranno eseguiti con mezzi idonei e includeranno ogni spesa necessaria al funzionamento degli stessi mezzi nonché gli oneri per i carichi e gli scarichi; i trasporti saranno misurati e valutati in base al volume rilevato prima dello scavo e potranno altresì, se contemplato nella descrizione dei singoli prezzi unitari, essere misurati a peso.

Qualora in contratto non sia precisato diversamente, nei trasporti saranno compresi il carico e lo scarico a rifiuto dei materiali.

Noli

Tutte le macchine e gli attrezzi forniti a nolo dall'appaltatore a livello funzionale dovranno essere in perfette condizioni e dovranno essere in grado di garantire la sicurezza di cose e persone oltre che essere dotati di ogni accessorio utile per il loro funzionamento.

Si intendono compensati nel prezzo previsto sia il materiale di consumo che la corrente elettrica, il carburante o il lubrificante.

Nel caso siano richieste, per il funzionamento delle macchine, linee elettriche specifiche oppure contatori, quadri e ogni altro meccanismo simile, l'approntamento di tali componenti e prestazioni andrà a totale carico dell'appaltatore e sarà comunque incluso nel prezzo.

I prezzi di nolo delle macchine e degli attrezzi si riferiscono al tempo necessario in cui questi dovranno essere effettivamente utilizzati, considerando incluse nel prezzo anche le ore di non funzionamento (per esempio montacarichi, ascensori di cantiere, ecc.).

Nel prezzo di nolo sono compresi tutti gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, per il montaggio e lo smontaggio e per l'allontanamento dal cantiere.

Per il nolo di carri e di autocarri verranno considerate solo le ore effettive di lavoro, con l'esclusione di ogni forma di compenso relativa al tempo durante il quale questi non verranno utilizzati.

Ogni eventuale danno e malfunzionamento dei mezzi sarà risolto a spese dell'appaltatore, il quale avrà altresì l'onere di vigilare sul loro perfetto stato di conservazione.

Sono a carico dell'appaltatore le manutenzioni sia degli attrezzi che delle macchine.

Scavi e rinterri

Il prezzo previsto per le voci di scavi e di rinterri, di qualunque materiale e consistenza essi siano, sarà comprensivo di tutti gli oneri necessari all'eliminazione di piante, radici e ceppaie.

Saranno altresì inclusi tutti gli oneri relativi agli scavi e ai rinterri di materie asciutte o bagnate (anche in presenza di acqua).

Gli scavi potranno interessare materiali inutilizzabili da trasportare a rifiuto, materiali da riutilizzare immediatamente in cantiere oppure materiali da depositare provvisoriamente in altri luoghi e riutilizzare successivamente.

Gli scavi potranno richiedere altresì l'esecuzione di sbatacchiature o di puntellature: in tal caso, nella misurazione si farà comunque riferimento al profilo del terreno; se invece il fondo dello scavo richiederà un allargamento, facendo risultare la sezione trapezoidale, il volume verrà calcolato sempre con il sistema delle sezioni ragguagliate.

Gli scavi subacquei verranno pagati per unità di volume; per le parti sommerse saranno considerati sovrapprezzi che riguarderanno solo il volume posto sott'acqua, misurato a partire da 20 cm sotto il livello dell'acqua: questi 20 cm saranno valutati e compensati con la normale voce di scavo.

L'uso di eventuali motopompe per prosciugamenti sarà compensato a parte come nolo della macchina.

A seconda della tipologia di scavo, si applicheranno le metodologie di misurazione e di valutazione opportune.

Gli scavi potranno essere:

- di sbancamento, qualora le materie scavate consentiranno di essere allontanate senza l'ausilio di mezzi di sollevamento; tali scavi saranno misurati con sezioni ragguagliate, ossia tenendo conto della sezione di scavo prima dell'operazione e non misurando il volume scavato che, poiché rimosso e quindi non più costipato, potrebbe risultare maggiore;

- a sezione obbligatoria, quando lo scavo viene realizzato in profondità e con larghezza determinata, partendo da una superficie di riferimento del terreno (sia naturale che di precedente scavo) e qualora richieda l'uso di mezzi atti a sollevare verticalmente il materiale scavato per poterlo allontanare. Il volume di scavo si calcolerà misurando la profondità dello scavo e moltiplicando tale misura per la larghezza di scavo e per la sua lunghezza; le tre dimensioni si riferiranno al punto più profondo dello scavo e non terranno conto delle dimensioni risultanti dalla presenza di materiali franati;

- a sezione ristretta, quando nello scavo di sbancamento la larghezza di scavo risulti uguale o inferiore all'altezza di scavo, ossia quando prevalga la profondità dello scavo sulla larghezza. Anche in questo caso, il volume di terreno si calcolerà misurando la profondità dello scavo e moltiplicandola per la sua larghezza e la sua lunghezza; le tre dimensioni si riferiranno al punto più profondo dello scavo e non terranno conto delle dimensioni risultanti dalla presenza di materiali franati.

I rinterri potranno riguardare rilevati, cunicoli e trincee. Si potranno eseguire rinterri anche per la formazione di gradonate oppure rinterri lungo fabbricati, attorno a tubazioni e condutture e per ogni altro genere di lavorazione.

Le misurazioni verranno eseguite sulle cavità da rinterrare e non sui materiali sciolti da usare per i rinterri.

Art. 5. Lavorazioni

Calcestruzzi, ferro, ferro per cemento armato

I conglomerati per strutture in cemento armato, di qualunque spessore e di qualunque forma siano tali strutture, saranno valutati e compensati a volume effettivamente eseguito, includendo nella valutazione anche il volume occupato dalle armature e escludendo eventuali eccedenze derivanti da getti in scavi aperti o dalle modalità di esecuzione dei lavori in grado di aumentare le quantità rispetto alle sezioni previste.

Le armature in ferro saranno comunque compensate a parte e misurate a peso, mentre le casseformi si valuteranno per le superfici impiegate misurate al vivo delle strutture da gettare.

Nel caso di calcestruzzo lavorato con rientranze e risalti, il volume verrà misurato a inviluppo della sagoma reale, considerando compensata nel prezzo anche l'armatura, che quindi non verrà pagata a parte.

Saranno compresi nei prezzi dei conglomerati armati anche il montaggio e lo smontaggio di ponteggi provvisori di servizio, lo spostamento dei materiali fino alle quote di getto (qualunque esse siano), l'uso di pompe per il getto e la vibratura del conglomerato.

Paratie e casseri di legno

Le paratie e le cassetture di legno saranno valutate e compensate a effettiva superficie impiegata, incluso ogni elemento occorra per il loro montaggio (come ad esempio cunei, collegamenti e tavole in legno oltre che ferramenta, di qualunque genere essa sia).

Nel prezzo saranno inclusi anche gli sfridi di materiale e ogni altro onere derivante dalla loro posa, che dovrà sempre risultare eseguita a regola d'arte.

Paratie di calcestruzzo armato

Le paratie in calcestruzzo armato saranno valutate per la loro superficie effettiva (misurata tra la quota di imposta al piede e la quota di chiusura superiore).

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri necessari sia alla realizzazione della paratia che a quella della trave di coronamento, incluse anche le eventuali trivellazioni, la fornitura e il getto del calcestruzzo; saranno comprese nel prezzo anche la fornitura e la posa dei ferri d'armatura oltre che tutti gli altri oneri necessari a realizzare l'opera a regola d'arte.

Si devono considerare compensati nel prezzo anche l'allontanamento dal cantiere dei materiali di risulta e gli spostamenti dei mezzi d'opera e delle attrezzature.

Massetti, drenaggio e vespai

I massetti, il drenaggio e i vespai verranno valutati a volume effettivamente realizzato e misurato in opera, includendo nel calcolo del volume anche i vuoti derivanti dai cunicoli di aerazione (se non diversamente specificato).

Per i massetti e per i sottofondi verranno valutate le superfici realizzate fino uno spessore pari a 7-8 cm; per spessori superiori si considererà un'incidenza per ogni unità di incremento.

I vespai aerati realizzati in laterizio saranno pagati a superficie effettiva.

Murature in genere

Le murature, compresi i lavori di consolidamento e di restauro sulle stesse, ove non diversamente specificato, siano esse rettilinee o a andamento curvo, realizzate in laterizio o in pietrame, verranno in generale misurate e valutate geometricamente al netto dello spessore degli intonaci.

Potranno essere valutate sia come volume che come superficie, a seconda delle indicazioni delle singole voci dell'elenco prezzi.

In particolare, le murature con spessore superiore ai 15 cm saranno misurate volumetricamente, detraendo i vuoti derivanti da incassi di larghezza pari a 40 cm con profondità e lunghezza di qualunque genere, nonché detraendo i vuoti a tutto spessore di superficie superiore a 1 m² o i volumi derivanti dalla presenza di elementi in calcestruzzo o altro materiale, compresi i paramenti aggiuntivi.

Le murature con spessore fino a 15 cm, invece, verranno misurate a superficie effettivamente realizzata, con la sola detrazione di vuoti aventi superficie superiore a 1 m².

Devono intendersi inclusi nei prezzi delle murature il rinzafo delle facce visibili e le predisposizioni per le ammorsature dell'eventuale posa di successiva facciavista.

Per murature con paramento a vista è incluso nella valutazione, oltre che il rinzafo, anche il taglio delle pietre secondo le necessità e gli incastri richiesti; il rinzafo è compreso nel prezzo unitario anche a tergo dei muri di terrapieno. Nei prezzi sono compresi gli oneri per la formazione di tutti gli incastri, le ammorsature, i diatoni, le spalle, gli sguinci, gli spigoli, le incassature per imposte di archi, le piattabande e la formazione di feritoie o di fori per l'eliminazione dell'acqua o per la formazione di aree di ventilazione.

Per eventuali risalti con aggetto inferiore o uguale a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo; diversamente, invece, per cornici, cornicioni, lesene e pilastri con aggetto superiore a 5 cm rispetto al filo esterno del muro si dovrà procedere valutando e misurando l'effettivo volume delle sporgenze che verrà compensato con la stessa voce dell'elenco prezzi.

Le murature di mattoni a una testa o in foglio, con funzioni di tramezzature, saranno misurate a vuoto per pieno, al netto degli intonaci, detraendo le aperture superiori a 1 m², intendendo compensato nel prezzo l'onere per la realizzazione di spalle e piattabande nonché per la posa di eventuali controtelai in legno necessari per la posa di infissi.

Per interventi di consolidamento e di risarcitura delle murature, le misurazioni saranno effettuate per unità di volume, per unità di superficie o per metro lineare, a seconda della voce specifica (per esempio, in successione, scuci-cuci, risarcitura, catenelle di mattoni).

Per il consolidamento delle volte, generalmente, si procederà per unità di superficie, con misurazioni effettuate sulle proiezioni in pianta della volta stessa e non tenendo conto degli incrementi derivanti, se non espressamente indicato, dalle curvature.

Nel caso in cui venga utilizzato materiale di recupero prelevato dallo stesso cantiere, la misurazione e la valutazione saranno realizzate alla stessa stregua, considerato che la pulitura del materiale, alla quale l'appaltatore dovrà provvedere, sia compensativa del materiale di proprietà della stazione appaltante all'acquisto del quale l'appaltatore non avrà provveduto; in tal senso l'onere per la pulizia dei materiali deve intendersi già compensato.

Saranno valutati sempre volumetricamente archi e volte di spessore maggiore di una testa; per archi, piattabande e volte a una sola testa o in foglio si procederà per unità di superficie.

Murature e opere in pietra naturale da taglio

Le murature eseguite in pietra da taglio saranno pagate a volume effettivamente eseguito.

Nel caso di conci di forma tronco-piramidale (per esempio conci per la realizzazione di archi) si farà riferimento al parallelepipedo più piccolo che contiene il concio; nel caso di lastre di rivestimento, di qualsiasi dimensione e di qualsiasi materiale, si farà riferimento alla superficie effettivamente eseguita, tenendo conto che eventuali forme irregolari dovranno essere equiparate alla più piccola figura rettangolare circoscrivibile intorno alla lastra.

Per le categorie da misurare a sviluppo lineare, per esempio zoccolini o zoccolature, questi andranno misurati in opera secondo le misure a vista.

Nei prezzi dell'elenco si intendono sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, compreso ogni magistero relativo alla lavorazione della pietra e della facciavista; si intendono incluse le eventuali staffature, grappe, zanche e quant'altro necessario per il montaggio.

Saranno compensate a parte, rispetto alla semplice lavorazione in pietra da taglio a vista, eventuali altre lavorazioni superficiali del paramento quali per esempio le bugnature, la subbiatura, la bocciardatura e ogni altro genere di lavorazione particolare non espressamente contenute nelle voci dell'elenco prezzi.

Solai

Qualunque genere di solaio, di qualunque forma esso sia, sarà valutato e compensato per unità di superficie o per frazione di essa.

La misurazione dovrà essere realizzata al netto di cordoli e di travi di calcestruzzo ossia escludendo tali elementi, i quali avranno un compenso a parte come previsto dalla voce specifica: saranno quindi esclusi anche la presa e l'appoggio su cordoli e su muri perimetrali nonché gli eventuali spessori presenti sulle murature derivanti da elementi non strutturali a sostegno dello stesso solaio.

Per i solai di tipo prefabbricato, per quelli misti latero-cementizi o di cemento armato precompresso e laterizio, la fornitura, la lavorazione e la messa in opera del ferro d'armatura devono considerarsi escluse e da compensare a parte; nel prezzo si intende invece compensato il nolo delle casseformi e delle impalcature di sostegno.

Eventuali solai eseguiti a getto omogeneo di cemento armato, senza laterizio, saranno valutati e compensati a metro cubo, secondo le modalità con le quali si compenseranno tutte le opere in cemento armato.

I solai in ferro includeranno la realizzazione delle voltine e la caldana sovrastante, fino alle lavorazioni per la posa del pavimento, mentre verranno valutate a parte le travi in ferro.

Nei prezzi dei solai è incluso ogni onere necessario, compreso lo spianamento della superficie superiore che dovrà essere tenuta pronta per le opere di esecuzione di massetto e di pavimentazione e per dare il solaio completamente finito a regola d'arte.

Il prezzo a metro quadro dei suddetti solai si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni nelle quali, per ragioni di resistenza, il laterizio verrà sostituito da calcestruzzo (fasce piene); saranno pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai come previsto dalla voce specifica prevista nell'elenco prezzi.

In presenza di solai inclinati, la misurazione verrà eseguita a metro quadrato sulla proiezione orizzontale delle falde del tetto; non verranno applicate detrazioni per vani di camino o per lucernari se la loro sezione sarà inferiore a 2 m².

Manto di copertura

La misurazione per la valutazione e il compenso dei manti di copertura verrà eseguita a metro quadrato sulla superficie effettiva delle falde del tetto.

Non verranno applicate detrazioni per vani di camino o per lucernari se la loro sezione è inferiore a 2 m².

Lattonerie e tubazioni

Le opere da lattoniere, quali canali di gronda e pluviali, scossaline, converse, e altro, saranno misurate a sviluppo di superficie, a metro lineare oppure a peso, a seconda dei casi e delle indicazioni specifiche riportate nell'elenco prezzi.

Nel prezzo sarà compresa la fornitura di cicogne, tiranti, grappe, cravatte, collari e ogni altro sistema sia necessario per il montaggio e per il fissaggio, purché atto a garantire la corretta funzionalità delle lattonerie e delle parti del manufatto a esse contigue.

I tubi in ghisa, le lastre di piombo e simili verranno valutate a peso.

I tubi in PVC, in cemento, in grès ceramico o in PE saranno valutati a metro lineare, per lunghezza di tubo misurato in opera, pertanto tutte le sovrapposizioni dei collegamenti si considerano incluse nel prezzo, compreso ogni magistero necessario per la posa, per il fissaggio e per i collegamenti.

Coibentazioni e impermeabilizzazioni

Le opere per l'impermeabilizzazione e per la coibentazione a fini termici, verranno valutate a unità di superficie o di volume secondo le specifiche contenute nelle singole voci di cui all'elenco prezzi. Se la superficie di tali vuoti sarà superiore a 0,5 m², verranno effettuate le detrazioni per i vuoti e per le parti non impermeabilizzate e non coibentate; in caso di superfici di misura inferiore, la misurazione includerà tali vuoti.

Si intendono inclusi, ove occorrenti, tutti gli oneri per i tagli, per le eventuali sovrapposizioni, per la suggellatura dei giunti nonché i colli di raccordo con le pareti.

Canne fumarie

Le canne fumarie e i comignoli saranno valutati a metro lineare e per sezione utilizzata, come indicato nelle singole voci.

In casi specifici, per comignoli particolari, si procederà per unità di volume o secondo le disposizioni contenute nella specifica voce dell'elenco prezzi.

Controsoffitti

I controsoffitti verranno valutati e compensati per unità di superficie effettivamente eseguita.

Si intenderanno inclusi nel compenso le intelaiature, le armature, le forniture e i magisteri necessari, nonché i mezzi d'opera per dare i controsoffitti eseguiti a perfetta regola d'arte.

Nel caso si tratti di controsoffitti curvi si potranno applicare, a discrezione della direzione lavori, incrementi percentuali entro il limite dell'1,5 della superficie del controsoffitto stesso in proporzione alla curvatura presente.

Marmi, pietre naturali o artificiali

I marmi e le pietre naturali o artificiali verranno valutati e compensati per unità di superficie effettivamente visibile dopo la messa in opera. I prezzi comprenderanno tutti gli oneri necessari per la fornitura, il trasporto e il deposito in laboratorio nonché il trasporto in cantiere e la provvisoria protezione fino al sollevamento a qualsiasi altezza per la messa in opera.

Si intendono incluse altresì nella valutazione tutte le protezioni atte a garantire l'integrità del materiale e necessarie per effettuare tali spostamenti, nonché la fornitura e la posa di grappe, staffe, perni, lastre di piombo, viti, tasselli, supporti e/o telai metallici occorrenti per il fissaggio; sono altresì incluse le preparazioni delle murature, anche laddove richiedano imbottiture di malta o rincoccature, e la successiva chiusura, stuccatura e sigillatura dei giunti, l'accurata pulitura e la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie dei manufatti già posti in opera.

Nel caso di esecuzione di battentature, bisellature e altro genere di lavorazione particolare, se non espressamente incluse nella voce dell'elenco prezzi, queste saranno compensate a parte.

Pavimenti

I pavimenti, di qualunque materiale e di qualunque genere essi siano, saranno valutati e compensati per la superficie effettivamente a vista, indipendentemente dall'eventuale incasso al di sotto dell'intonaco; si effettueranno detrazioni per rientranze superiori a 0,50 m².

Nei prezzi di cui all'elenco sono considerati tutti gli oneri necessari per la fornitura dei materiali e per la posa in opera, inclusi gli eventuali scassi e ripristini di intonaci alla quota di calpestio, in maniera da dare il lavoro realizzato a perfetta regola dell'arte, così come disposto in progetto.

Si devono considerare esclusi dal prezzo il massetto e il sottofondo livellante (se particolarmente oneroso) che saranno pagati a parte, mentre devono considerarsi inclusi l'allettamento, la suggellatura e la pulizia.

Nel caso di pavimenti realizzati con pietra da taglio, il prezzo conterrà ogni magistero necessario per i tagli, per la posa, per la levigatura e per la lucidatura a piombo o seguirà le specifiche indicazioni contenute nella voce di cui all'elenco prezzi.

Rivestimenti

I rivestimenti, con esclusione dei rivestimenti in pietra naturale di cui si è parlato in precedenza, saranno compensati secondo la superficie effettivamente in vista, indipendentemente dall'andamento della superficie stessa e dalle dimensioni delle pareti o delle singole facce da rivestire.

Saranno incluse nel prezzo la preparazione del supporto, anche se dovesse essere necessaria una rasatura con malta, la fornitura del materiale di rivestimento, il collante, i tagli necessari e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo quali gusci, listelli, decori e quant'altro necessario, nonché l'onere per la stuccatura finale dei giunti e la loro pulizia.

Intonaci

I prezzi a compenso degli intonaci saranno applicati alle quantità della superficie intonacata misurata in prospetto, senza tener conto delle facce laterali di risalti, lesene e simili di dimensioni inferiori a 5 cm; nel caso le sporgenze o le rientranze siano maggiori esse saranno misurate e compensate nella stessa maniera.

Per le superfici curve, la misurazione verrà effettuata tenendo conto dello sviluppo della curva che verrà quindi riportata a una superficie piana corrispondente.

Per gli intonaci da realizzare su muri di spessore superiore a 15 cm si procederà a una valutazione vuoto per pieno, ossia senza detrazioni per i vuoti di dimensione inferiore ai 4 m², ritenendo compensato in questo modo il risvolto dello spessore della muratura.

Nel caso in cui, invece, i vuoti e le aperture dovessero avere una superficie superiore ai 4 m², si procederà con le detrazioni e si considererà lo sviluppo dell'imbotte.

Per le murature in mattoni forati di spessore maggiore di una testa, i prezzi dell'elenco sono idonei a compensare l'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci su tramezzature in foglio o a una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti, di qualunque dimensione essi siano, e aggiunte le loro riquadrature.

Per le superfici di intradosso delle volte, di qualsiasi forma e altezza, si procederà misurando la superficie di proiezione orizzontale amplificandola per il coefficiente 1,20, compensativo della maggiore superficie derivante dalla curvatura.

Serramenti in legno e in metallo

Gli infissi come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili si valuteranno a superficie, la quale verrà misurata su una sola faccia secondo le dimensioni esterne del telaio fisso, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o nelle soglie.

Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto a infisso chiuso, compreso il telaio maestro se esistente; comprese e compensate nel prezzo saranno mostre e contromostre.

Tutti i serramenti dovranno essere completi della ferramenta di sostegno e di chiusura, delle zancature a muro, delle maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento nonché di una mano di olio di lino cotto, quando non siano altrimenti lucidate o verniciate; dovranno corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla direzione lavori, forniti a totale onere dell'appaltatore.

I prezzi in elenco comprendono la fornitura a piè d'opera del manufatto e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e infine la posa in opera, incluse le opere murarie richieste per il montaggio e le eventuali opere provvisorie occorrenti.

Gli infissi di alluminio come finestre, vetrate, porte, pareti a facciate continue o simili, saranno valutati a singolo elemento (cadauno) o a metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e dei coprifili.

Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, le ferramenta e gli eventuali meccanismi a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Opere in ferro

I lavori in ferro o in qualunque altro metallo saranno valutati a peso, includendo nel prezzo attribuito ogni compenso derivante da eventuali sfridi di materiale.

La pesatura, infatti, avverrà in contraddittorio con la direzione lavori; verranno pesati i manufatti già lavorati e finiti ma privi di verniciature e coloriture, le quali saranno compensate a parte con le specifiche voci di cui all'elenco prezzi.

Sono inclusi nella valutazione tutti gli oneri derivanti dal montaggio, comprese forature, bullonature, chiodature, staffature, zancature, tassellature a espansione, sigillature di fori derivanti dal montaggio, saldature in opera.

I prezzi valgono anche per trasporto e fornitura di travature di dimensioni rilevanti nonché per il sollevamento al luogo di posa, incluse eventuali banchine di servizio.

Opere in vetro

Le opere in vetro saranno valutate in riferimento alle superfici effettive messe in opera.

Per gli elementi non rettangolari si assume come superficie quella del minimo rettangolo circoscrivibile; il prezzo è comprensivo del mastice, dei siliconi, delle punte per il fissaggio delle lastre e delle eventuali guarnizioni in gomma prescritte per i telai in ferro.

Cornici, modanature e decorazioni

Per elementi decorativi quali cornici e modanature semplici, si valuterà e si compenserà l'effettiva superficie realizzata.

Nel caso di profili elaborati, si calcolerà la superficie realizzata che potrà essere aumentata, a discrezione della direzione lavori, fino al 50% delle sue quantità, a seconda della quantità di risalti, di rientranze e di decori presenti.

Per superfici realizzate a intonaco bugnato, indipendentemente dalla lavorazione, si provvederà a misurare la proiezione del prospetto, senza considerare lo sviluppo di ogni bugna.

Il prezzo previsto nell'elenco prezzi includerà già in sé gli oneri relativi alla lavorazione.

Opere da pittore e trattamenti superficiali dei materiali

Le tinteggiature delle pareti e dei soffitti, siano esse interne o esterne, saranno valutate e compensate effettuando misurazioni del tutto analoghe a quelle eseguite secondo le modalità previste per gli intonaci.

Per i lavori di verniciatura di infissi e di porte in legno o derivati del legno si dovranno rispettare alcune distinzioni e tali lavori saranno comunque da intendersi eseguiti su entrambe le facce, incluse le parti non visibili (per esempio parti di telaio nascoste, estremità delle persiane, ecc.).

Per le porte e i portoni si procederà misurando la luce delle ante e raddoppiando le quantità per le due superfici esposte, alle quali verranno aggiunte le superfici relative alle mostre e ai coprifili considerati nella loro proiezione rettilinea.

Sia per la porta che per le mostre non saranno effettuate detrazioni per eventuali superfici vetrate né aggiunte per sviluppi di modanature, risalti e cornici.

Per le verniciature delle finestre senza persiane, dotate di sistema oscurante a scuretti, si considererà tre volte la luce netta dell'infisso, con ciò compensando sia il lavoro per l'infisso che quello per gli scuri; per le finestre senza persiane e senza scuri, si farà riferimento alla luce netta dell'infisso di finestra considerato una sola volta, con ciò ritenendo compensati i telai e le superfici di risvolto dei montanti e dei traversi; le persiane ad anta saranno misurate alla luce netta dell'infisso e le quantità saranno triplicate, con ciò compensando i telai, le doghe e le sovrapposizioni.

Le superfici delle avvolgibili in legno, misurate alla luce netta dell'infisso, saranno moltiplicate per un coefficiente pari a 2,5, computando a parte gli eventuali cassonetti coprifullo.

Nel caso vi siano infissi in ferro (serrande a rete, lucernari, finestre, vetrate o simili) essi saranno misurati alla luce netta e le quantità saranno moltiplicate per un coefficiente di riduzione pari a 0,75, non effettuando detrazioni per le superfici vetrate e considerando con ciò compensate le due facce dell'infisso nonché eventuali staffe di sostegno e di aggancio, cerniere, grappe e ogni altro genere di accessorio occorra per il loro funzionamento.

Le avvolgibili in metallo saranno valutate e compensate misurando la luce netta dell'infisso e moltiplicando per tre le superfici, così da considerare le due facce, i telai e i risalti delle doghe di lamiera; di ogni opera in ferro (ringhiere, cancelli, inferriate e simili) se di disegno semplice, sarà considerata una sola volta per la superficie netta l'intera superficie.

Per disegni più fitti e più elaborati, si applicherà una percentuale di aumento fino al 50% della superficie netta dell'opera; la verniciatura dei corpi radianti, se non forniti già finiti, sarà compensata per ogni elemento di radiatore.

Art. 6. Impianti tecnologici

I lavori relativi agli impianti saranno valutati e compensati secondo le unità di misura previste nell'elenco prezzi, pertanto si potranno avere misurazioni in lunghezza, in superficie, in unità di componenti oppure in volume per gli impianti previsti "a corpo".

Gli impianti di riscaldamento, per esempio, potranno essere intesi a corpo per unità di volume dell'ambiente, incluso l'intero impianto (dalla caldaia agli elementi radianti) comprensivo di ogni onere e di ogni magistero necessario al proprio funzionamento. In ogni caso si adotteranno metodi geometrici che faranno riferimento alle dimensioni previste in progetto o a quelle disposte dalla direzione lavori e non si farà riferimento alcuno a eventuali dimensioni più estese messe in opera dall'appaltatore; dimensioni inferiori non dovranno essere accettate dalla direzione lavori e pertanto l'appaltatore provvederà a sue spese alla rimozione e alla sostituzione dell'impianto.

I prezzi, se non diversamente stabilito nelle voci dell'elenco, comprenderanno tutte le assistenze murarie necessarie quali per esempio eventuali aperture di tracce e relative chiusure, ripristino dell'intonaco e rasatura delle superfici interessate dall'impianto; saranno altresì incluse nel prezzo tutte le operazioni necessarie alla realizzazione di fori, di attraversamenti e di fissaggio a muro, compresi i ganci di ancoraggio, i tasselli a espansione, le cravatte e ogni altro tipo di sistema atto a fissare l'impianto.

Nel caso di apparecchi idro-sanitari, questi dovranno essere muniti di attestati forniti dalle ditte produttrici, unitamente alla campionatura che l'appaltatore dovrà disporre in cantiere a proprio carico.

Lavori compensati a corpo:

PARTE III

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

MATERIALI

Art. 1. Generalità

I materiali da impiegare nelle opere e negli interventi di conservazione, di recupero, di risanamento e di restauro di manufatti storici e storico-artistici proverranno dalle località che l'appaltatore riterrà più opportune, in relazione agli stessi lavori da eseguire e all'organizzazione del cantiere purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela, posseggano caratteristiche di ottima qualità e siano il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, in modo da non risultare in contrasto con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti storici oggetto di intervento.

La direzione lavori potrà richiedere l'esecuzione delle prove previste nel presente capitolato, le quali potranno testimoniare l'esistenza delle caratteristiche richieste in progetto e l'appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsiasi fase di cantiere, di eseguirle direttamente o di farle eseguire presso istituti specializzati e competenti.

Tali prove potranno interessare tutti i materiali esistenti e tutte le forniture necessarie, siano essi materiali preconfezionati o da confezionare in opera.

Sui manufatti esistenti, anche solo su alcune parti o su alcuni materiali costituenti il manufatto, la direzione lavori potrà disporre le prove ritenute necessarie al fine di pervenire a un quadro efficace delle condizioni di conservazione, di degrado, del tipo di azione patogena agente sui materiali, della caratteristica delle efflorescenze, del grado di nocività o di aggressione dei prodotti da utilizzare e di qualunque altra informazione sia utile a individuare un corretto e compiuto quadro conoscitivo delle condizioni del manufatto e dei suoi componenti; saranno disposte inoltre quelle prove finalizzate alle campionature di prodotti o all'individuazione di modalità esecutive da utilizzare negli interventi.

Tutte le prove dovranno seguire le disposizioni di progetto o quelle impartite in fase esecutiva e rispetteranno le normative UNI, le norme del CNR e le raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i beni culturali con Decreto 11 novembre 1982, n. 2093; il prelievo dei campioni da esaminare sarà eseguito in contraddittorio e di tale operazione dovrà essere disposto opportuno verbale.

Qualora la direzione lavori dovesse scartare alcuni materiali poiché non ritenuti idonei del tutto o non sufficientemente idonei, l'appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese alla loro sostituzione con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti, anche se tali materiali siano già stati depositati in cantiere.

L'appaltatore resterà comunque responsabile della qualità dei materiali forniti, anche se essi siano stati accettati dalla direzione lavori e ciò fino alla loro accettazione da parte dell'amministrazione in sede di collaudo finale.

Art. 2. Materiali naturali

Sabbia e pozzolana

La sabbia utile all'esecuzione delle lavorazioni potrà essere sia di tipo naturale che artificiale e, a seconda dell'uso che se ne dovrà fare, potrà essere di cava, silicea, quarzosa o granitica; potrà anche essere ricavata da rocce calcaree a elevata resistenza, purché non sia gessosa e geliva.

In ogni caso non dovrà possedere alcuna traccia di terra, di argilla, di polvere, di sostanze organiche o di qualunque altra sostanza in grado di inficiarne la resa della lavorazione o di causare alterazioni del manufatto.

Per l'eliminazione di sostanze invalidanti della qualità della sabbia da impiegare, si potrà procedere al lavaggio mediante acqua pulita non marina: la sabbia dovrà allora risultare scricchiolante alla mano e, se sottoposta a decantazione in acqua, dovrà subire una perdita di peso non superiore al 2%. Le miscele secche di sabbia silicea o quarzosa dovranno avere granulometria variabile specificata come segue, salvo diverse indicazioni di progetto:

- 25% di granuli con diametro 0,10-0,30 mm;
- 30% di granuli con diametro 0,30-1,00 mm;
- 45% di granuli con diametro 1,00-2,00 mm.

I criteri per l'accettazione della sabbia sono definiti nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del D.M. 27 luglio 1985; la granulometria dovrà essere uniforme o assortita, secondo quanto previsto dalle prescrizioni per le singole lavorazioni oltre che adeguata alle condizioni richieste per la posa in opera.

Per la realizzazione di conglomerati, la sabbia dovrà possedere caratteristiche idonee all'opera da eseguire e non potrà essere nella maniera più assoluta di provenienza marina; nel confezionamento dei conglomerati la granulometria sarà mista, variabile tra 0,5 e 5 mm.

La sabbia da impiegarsi per la realizzazione di murature non a vista dovrà possedere granuli di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 2 mm; per l'esecuzione di intonaci e per murature con paramento a vista i granuli dovranno avere diametro di 1 mm.

La pozzolana proverrà da tufo trachitico e potrà avere colore grigiastro, rossastro o bruno; non sarà in nessun caso ricavata dallo strato di cappellaccio bensì dalle parti sottostanti, completamente prive di residui e di particelle eterogenee o inerti; avrà granulometria inferiore a 5 mm, verrà accuratamente vagliata, sarà asciutta e presenterà, se sottoposta ad attacchi basici, residui idrosolubili non superiori al 40%.

In relazione alle resistenze, con malta normale stagionata a 28 giorni avrà resistenza a trazione pari a $0,4 \text{ N/mm}^2$ e resistenza a compressione pari a $2,4 \text{ N/mm}^2$ e dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

Cariche, polveri, caolino e cocciopesto

Le cariche e le polveri da aggiungere alle malte o alle resine avranno le caratteristiche specifiche richieste dalle ditte produttrici a seconda dell'utilizzo che dovrà farsene e della funzione che tali impasti dovranno svolgere; saranno sempre da escludere cariche e polveri di provenienza salmastra che presentino tracce di impurità, di terre e di sostanze organiche poiché alterative del prodotto e compromettenti della buona riuscita della lavorazione. Potranno essere ricavate dalla macinazione di rocce calcaree (per esempio marmo di Carrara, rosso veronese, botticino) oppure da travertino e tufo; si preferiranno cariche con granulometria 0,10-2 mm anche di provenienza silicea o quarzosa. Le polveri potranno avere altresì origine silicea e potranno essere aggiunte alla sabbia fino a una percentuale del 15%, purché abbiano granulometria compresa tra i 50 e gli 80 micron.

Il caolino proverrà da argille ricche di silice allumina, a seguito del processo di caolinizzazione di rocce ricche di feldspati e polvere di ferro; avrà colore bianco e, aggiunto agli impasti a base di calce, aumenterà le proprietà idrauliche e di traspirabilità degli impasti stessi e potrà pertanto essere utilizzato anche per il consolidamento di intonaci.

Il cocciopesto sarà ricavato dalla frantumazione di laterizio a pasta molle, mattoni, tavelle, pianelle, tegole e coppi fatti a mano e cotti a basse temperature (ossia inferiori a 950°C).

Le polveri di cotto chiare deriveranno da laterizi poco cotti e saranno poco resistenti, mentre quelle più rosse, più cotte, saranno più resistenti e più impermeabili; essendo in possesso di caratteristiche simili a quelle della pozzolana, inclusa la traspirabilità, il cocciopesto verrà utilizzato per la

produzione di malte e di intonaci a base di calce, con spessori anche alti, con preferenze verso quello giallo nel caso in cui non si desiderino ottenere effetti pigmentanti di colore rosso.

In relazione alla granulometria si potrà classificare il cocciopesto secondo le seguenti indicazioni:

- a grana impalpabile, a granulometria 0,00 mm;
- in polvere, a granulometria 0,00-1,2 mm;
- fine, a granulometria 1,2-3,00 mm;
- medio, a granulometria 3,00-8,00 mm;
- grosso, a granulometria 8,00-20,00 mm.

Ghiaia, pietrisco e inerti

Le ghiaie e i pietrischi proverranno da rocce o pietrame opportunamente frantumato: non dovranno in nessun caso essere di provenienza marnosa; dovranno altresì essere esclusi quei materiali da frantumare che presentino tracce gessose poiché non adatte al confezionamento di composti e conglomerati. Per le stesse ragioni le ghiaie saranno estremamente pulite e completamente prive di presenze terrose o argillose e di polverulenze di sorta.

Gli elementi costituenti la ghiaia saranno omogenei e poco porosi, così da dotarla di un bassissimo potere di assorbimento dell'acqua; avranno buona resistenza alla compressione e adeguata granulometria, a seconda delle lavorazioni per le quali verranno impiegate.

I pietrischi proverranno dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina; essi potranno anche provenire da calcari puri dotati di elevata resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione e al gelo. Anche i pietrischi dovranno essere liberi da materie terrose, sabbia e altre materie invalidanti.

Gli elementi componenti le ghiaie e i pietrischi avranno dimensioni comprese tra 5 e 1 cm e solo raramente potranno raggiungere quelle di 0,5 cm.

Tali elementi passeranno attraverso vagli a fori circolari del diametro:

- di 5 cm, se si tratta di lavori ordinari di fondazione o in elevazione, quali muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- di 4 cm, se si tratta di getti orizzontali;
- da 1 a 3 cm, quando si tratta di caldane o di lavori in cemento armato a pareti sottili (in questo caso sono ammesse granulometrie fino a 0,5 cm).

L'appaltatore avrà l'obbligo di mettere a disposizione della direzione lavori i vagli (UNI 2334) per la verifica delle granulometrie.

Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme UNI 8520/1-22, edizione 1984-86. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme UNI 7549/1-12, edizione 1976.

Ghiaia e pietrisco in base alla loro granulometria saranno così classificati:

- a) ciottoli di fiume da 80 a 100 mm;
- b) ghiaia proveniente da rocce, da 3 a 80 mm, così suddivisa:
 - granello da 3 a 12 mm;
 - ghiaietto da 12 a 25 mm;
 - mezzana da 25 a 50 mm;
 - ghiaione da 50 a 80 mm.
- c) pietrisco proveniente da rocce, da 10 a 71 mm così suddiviso:
 - pietrischetto da 10 a 15 mm;
 - ordinario da 15 a 25 mm;
 - grosso da 25 a 71 mm.

Gli inerti avranno origine calcarea e proverranno dalla frantumazione di pietre a loro volta provenienti direttamente dalla cava o da materiale di recupero della stessa fabbrica, opportunamente macinato dopo accurata pulizia e accurato lavaggio.

Dovranno avere buona resistenza alla compressione, bassa porosità in modo da assicurare un basso coefficiente di imbibizione e dovranno garantire assenza di polveri, di gesso e di argille.

Prima dell'uso, specialmente nel caso di intonaci e malte, dovranno essere lavati accuratamente.

Saranno di norma classificati in:

- a) fine, con granulometria da 0,3 a 1,00 mm;
- b) media, con granulometria da 1,00 a 3,00 mm;
- c) grossa, con granulometria da 3,00 a 5,00 mm;
- d) molto grossa, con granulometria da 5,00 a 10,00 mm.

Argilla espansa

L'argilla espansa verrà ricavata agglomerando l'argilla con poca acqua e portando successivamente a cottura i granuli. Ogni elemento, a seguito della cottura, avrà colore bruno e forma rotondeggiante proveniente dalla agglomerazione e un diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm.

Le argille non dovranno presentare tracce di sostanze organiche, di polvere o di altri elementi estranei, non dovranno essere attaccabili da acidi e dovranno conservare caratteristiche di stabilità anche all'interno di un ampio *range* di variazioni di temperature; dovranno inoltre essere in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

Le argille espanse saranno fornite sotto forma di granuli e potranno essere usate come inerti per il confezionamento di massetti, caldane e calcestruzzi leggeri. I granuli potranno anche essere sottoposti a processi di sinterizzazione in stabilimento per essere poi trasformati in blocchi leggeri, i quali potranno essere utilizzati per pareti isolanti.

Sarà possibile comunque utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità, evitando così fenomeni di assorbimento di quantità di acqua anche minime.

Pomice

La pomice avrà provenienza vulcanica, sarà leggera e asciutta e si presenterà sottoforma di piccoli granuli. Non dovrà presentare tracce di sostanze organiche, di polveri o di altri elementi estranei.

Le pomici dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto.

Pietre naturali

Le pietre naturali dovranno presentare grana compatta, essere prive di piani di sfaldamento e di screpolature, peli, venature e sostanze estranee intercluse nel corpo; dovranno possedere dimensioni adatte al loro impiego, secondo le disposizioni impartite, oltre che presentare un grado di resistenza adeguato al tipo di utilizzo e all'entità della sollecitazione cui dovranno essere soggette; dovranno infine possedere un efficace grado di adesività alle malte.

Dovranno sempre essere scartate le pietre marnose e gessose e quelle facilmente alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre naturali dovranno rispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e 2232, nonché alle norme UNI 8458-83 e 9379-89 e, per i calpestii stradali, alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" CNR edizione 1954 e alle tabelle UNI 2719 -edizione 1945.

Pietre da taglio

Tutte le pietre da taglio dovranno possedere i requisiti e i caratteri generali descritti in precedenza. Dovranno, inoltre, essere dotati di una struttura omogenea priva di fenditure e cavillature, priva di cavità e litoclasti e dovranno presentarsi sonore alla percussione e dotate di buone doti di

lavorabilità, specie per quanto riguarda le pietre da adoperarsi per modellati o integrazioni di modellati e modanature.

Per le opere a faccia a vista, le pietre da taglio dovranno rispondere anche a requisiti di omogeneità cromatica e di vena, secondo le disposizioni della direzione lavori.

È da escludere per gli esterni l'impiego di pietre con venature disomogenee o, in genere, di brecce. Le pietre da taglio per pavimentazioni dovranno possedere requisiti di buona lavorabilità in lastre, di resistenza all'abrasione, di lucidabilità e di resistenza all'usura.

Tufi

I tufi dovranno essere di struttura compatta e uniforme, pertanto saranno da escludere quelli eccessivamente friabili e con alveolature sparse e consistenti.

Dovranno presentarsi lavorabili ma non disgregabili, pertanto i piani di taglio dovranno presentare spigolature visibili e non deteriorate.

Ardesie e lavagne

Le ardesie e i materiali simili a struttura scistosa riducibile in lastre o scaglie, quali per esempio le lavagne, saranno utilizzate prevalentemente nelle coperture; esse, pertanto, saranno di prima scelta e di spessore uniforme.

La superficie dovrà presentarsi rugosa e priva di inclusioni e di venature dannose.

Marmi

Tutti i marmi dovranno rispondere ai requisiti di progetto.

Essi dovranno essere prelevati nei bacini di estrazione o nella zona geografica richiesta dalla direzione lavori e essere conformi ai campioni di riferimento preventivamente selezionati.

Dovranno essere perfettamente sani, privi di scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli, crepe, discontinuità o altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei; non potranno essere accettati marmi con stuccature, tassellature, rotture, scheggiature.

Tutti i marmi dovranno inoltre possedere caratteristiche adeguate in modo da poter essere lavorati in lastre delle dimensioni nominali dichiarate in progetto e in modo da poter dar vita a una lavorazione di finitura superficiale così come richiesta.

Acqua

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e pulita, completamente priva di sostanze organiche, di residui terrosi e di solfati e cloruri, con un PH neutro compreso tra 6 e 8 e una torbidezza non superiore al 2%; dovrà possedere una durezza massima di 32° MEC¹.

Sono da escludere acque assolutamente pure, piovane e di nevai, come pure le acque provenienti da scarichi e quelle salmastre, in quanto la loro composizione altererebbe la qualità delle malte e dei conglomerati mettendo in crisi la durabilità degli stessi composti e la stabilità chimico-fisica e cromatica dei materiali costituenti il manufatto.

Per le puliture di materiali e di manufatti o parti di manufatti, dovrà farsi uso di acque assolutamente pure, prive di sali e calcari. In particolare, per la pulitura di manufatti a pasta porosa si dovranno utilizzare acque deionizzate ottenute tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni (acide RSO_3H e basiche RNH_3OH).

¹ Come unità di misura della durezza dell'acqua è possibile utilizzare anche il grado MEC, che corrisponde ad 1 g di CaCO_3 in 100 litri ed è perciò uguale al grado francese. Un grado francese (°f) rappresenta 10 mg di carbonato di calcio (CaCO_3) per litro di acqua (1°f = 10 mg/l = 10 ppm).

Per ottenere acque sterili si dovranno adoperare procedure fisiche adeguate.

Altri materiali naturali:

Art. 3. Leganti naturali, idraulici e sintetici

Generalità

I leganti da impiegarsi nei lavori potranno essere di origine naturale (calce aerea naturale) e ciò sarà sempre preferibile oppure potranno essere di origine artificiale (per esempio cemento o calce idraulica) e, infine, sintetica (per esempio resine). Questi ultimi due tipi di leganti saranno adoperati in quei casi per i quali occorreranno prestazioni particolari che i leganti naturali non sarebbero in grado di offrire.

Sarà possibile fare uso di leganti vendibili sciolti, purché ogni carico portato in cantiere venga annotato con tutti i riferimenti necessari circa l'origine, il fornitore e ogni altra notizia utile (a cui fare seguire le annotazioni dei getti in relazione al carico di materiale usato).

Nel caso si faccia uso di materiali in forma sciolta, il trasporto dovrà avvenire in maniera idonea, con mezzi idonei e puliti, atti a scaricare il materiale in appositi luoghi protetti e riparati.

In alternativa si potrà fare uso di sacchi già confezionati, purché siano riportate nelle singole confezioni oppure nelle documentazioni che accompagnano il materiale tutte le indicazioni necessarie a una corretta individuazione delle caratteristiche tecniche utili per la lavorazione specifica, a cominciare dalla quantità di acqua necessaria a ottenere malte normali con stagionature a 28 giorni.

Le graniglie minute di marmo per leganti sono così classificate:

- grande, oltre 10 mm;
- media, da 5 a 10 mm;
- minuta, da 2 a 5 mm.

Leganti naturali – Calce aerea

I leganti naturali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. In relazione al loro impiego, si farà riferimento al R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. n. 92 del 18 aprile 1940) che distingue il materiale in calce grassa, quello in calce magra e quello in calce idrata in polvere.

La calce grassa in zolle dovrà essere ricavata da calcari puri, aver ricevuto trattamento di cottura uniforme a decorrere da un lasso di tempo non troppo esteso, risultare non bruciata e priva di tracce di consistenze vetrificate. Essa dovrà idratarsi facilmente e velocemente e dovrà essere in grado di trasformarsi facilmente in una pasta soda a grassello estremamente fluido, senza lasciare residui non decarburati maggiori del 5%, né tracce di inerti o silice.

Si distinguerà in:

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio superiore al 94% e rendimento di grassello non inferiore al 2,5%;
- calce magra in zolle o calce viva, contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e rendimento di grassello non inferiore a 1,5%;
- calce idrata in polvere, ottenuta dallo spegnimento della calce viva, con contenuto massimo di carbonati e di impurità non superiore al 6% e con umidità non superiore al 3%.

La calce idrata in polvere a sua volta si distingue in:

- a) fiore di calce, se il contenuto minimo di idrossidi $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Mg(HO)}_2$ non è inferiore al 91%;
- b) calce idrata da costruzione, se il contenuto minimo di $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Mg(HO)}_2$ non è inferiore all'82%.

Con riferimento alle dimensioni dei granuli, la setacciatura sarà eseguita mediante vagli con fori di 0,18 mm. La quantità di calce trattenuta dai vagli non dovrà superare l'1%, nel caso del fiore di calce, e il 2% nel caso si tratti di 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 al 15% per la calce idrata da costruzione.

Il materiale dovrà essere opportunamente confezionato, protetto dalle intemperie e conservato in locali asciutti. Sulle confezioni dovranno essere ben visibili i riferimenti utili a risalire al produttore, al luogo di produzione e al distributore, nonché i riferimenti e le annotazioni di tutte quelle peculiarità la cui conoscenza potrebbe rivelarsi utile ai fini di una corretta individuazione dei fattori fondamentali per le lavorazioni (per esempio peso e tipo di calce).

Leganti artificiali – Calci idrauliche e cementi

Tutti i cementi e le calci idrauliche da impiegarsi in cantiere dovranno rispondere ai requisiti di cui alla legge 595 del 26 maggio 1965; le norme relative all'accettazione e alle modalità d'esecuzione delle prove di idoneità e di collaudo saranno regolate dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984.

L'appaltatore potrà fare uso di forniture di cementi in forma sfusa oppure in sacchi singoli, purché sigillati.

Nel caso si faccia uso di cementi in forma sciolta, il trasporto dovrà avvenire in maniera idonea, attraverso mezzi idonei e puliti, atti a scaricare il materiale in appositi luoghi protetti e riparati, preferibilmente all'interno di silos o di cisterne, purché si presentino privi di tracce di altri materiali. Su tali contenitori sarà fatto obbligo di apporre indicazioni mediante cartellinatura contenenti classe e provenienza del materiale; dovrà essere utilizzata una bilancia ben tarata per il controllo dei materiali da impiegare nella composizione degli impasti.

Lo stoccaggio in sacchi dei cementi, sia in cantiere che nel luogo di approvvigionamento o di produzione, dovrà avvenire in luogo ben asciutto e aerato, protetto dalle intemperie, su bancali di legno coperti da teli protettivi contro l'umidità; anche questi cementi dovranno riportare il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua impiegata per malte normali e la resistenza minima a compressione e a trazione a 28 giorni di stagionatura.

Ogni partita di cemento introdotta in cantiere dovrà essere annotata sul giornale dei lavori e sul registro dei getti. Tutti i cementi che all'atto dell'utilizzo dovessero risultare alterati potranno essere rifiutati dalla direzione lavori e l'appaltatore sarà obbligato ad allontanarli a sua cura e spese sostituendoli con altri in possesso delle proprietà adeguate.

La boiaccia per iniezioni potrà essere reperita già pronta oppure potrà essere preparata in opera: essa sarà composta da una miscela di sola calce idraulica esente da sali solubili (NHL 3,5 oppure NHL-Z 3,5) e acqua, nel rapporto compreso tra 0,8-1,2; potrà essere aggiunto eventuale agente fluidificante oppure agente espansivo; in alternativa, potrà essere aggiunta sabbia per dare più corpo alla miscela. In ogni caso la boiaccia dovrà essere sufficientemente fluida, non dovrà presentare fenomeni di segregazione (ossia separazione tra i componenti) né di ritiro; dovrà avere dilatazione termica e

modulo elastico simili a quelli del manufatto oggetto di intervento, resistenza ai sali presenti nelle murature e resistenza a rotture dopo 28 giorni pari a 12 N/mm².

GESSE

I gessi, come anche le calce idrauliche, dovranno essere prodotti a partire da procedimenti di cottura di fresca data e risultare finemente macinati, in modo da non presentare residui sul setaccio da 56 maglie a centimetro quadrato.

Essi dovranno presentarsi asciutti e privi di residui inopportuni, privi di parti alteratesi a causa di procedimenti di estinzione spontanea.

Lo stoccaggio dei gessi dovrà avvenire in luoghi coperti e riparati dall'umidità, su bancali di legno, dentro sacchi sigillati sui quali saranno riportate indicazioni relative al produttore e alla qualità del materiale in essi contenuto.

I gessi per l'edilizia sono classificati in base all'impiego che dovrà farsene nelle lavorazioni (per esempio per muri, intonaci, pavimenti); il gesso non dovrà mai essere utilizzato né in ambienti umidi né in ambienti con temperature superiori ai 110°C; non dovranno inoltre essere impiegati a contatto con leghe di ferro.

Le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenze, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurità) sono regolate dalla norma UNI 6782.

MALTE CEMENTIZIE

Le malte cementizie possono essere a presa lenta o a presa rapida o ancora prive di ritiro.

Gli agglomerati cementizi a presa lenta (i cementi tipo Portland normale, i cementi pozzolanici, i cementi d'altoforno e alluminosi) cominceranno a fare presa entro un'ora dall'inizio della fase di impasto e termineranno la presa entro 6-12 ore.

Gli agglomerati cementizi a presa rapida (ossia le miscele risultanti dalla composizione di cemento alluminoso con cemento Portland, con rapporto reciproco in peso prossimo a uno) dovranno essere impiegati limitatamente a opere da realizzarsi in tempi brevissimi e di carattere provvisorio e quando non siano state richieste buone proprietà statiche.

Gli agglomerati cementizi privi di ritiro contenenti aggiunte di sostanze espansive dovranno possedere un buon grado di lavorabilità e di adesione ai supporti.

I residui di lavorazione degli agglomerati dovranno sempre essere gettati a rifiuto e mai riutilizzati. Gli agglomerati cementizi risponderanno a norme fissate dal D.M. 31 agosto 1972 e successive integrazioni.

Leganti sintetici – Resine sintetiche

Le resine sintetiche sono generalmente prodotti polimeri ottenuti con metodi di sintesi chimica da molecole di composti organici semplici derivati dal petrolio, dal carbon fossile o dai gas petroliferi. Esse si presentano sottoforma liquida all'interno di bidoni o flaconi o sotto forma di materiale solido con consistenza vetrosa; a seconda del loro comportamento, in presenza di calore si identificheranno in resine termoplastiche e resine termoindurenti.

A causa del loro scarso livello di sperimentazione nel tempo, delle loro caratteristiche e del loro comportamento dissimili da quello delle lavorazioni e delle tecnologie dei manufatti storici, dovranno essere utilizzati solo in ultima analisi e solo nel caso in cui le tecnologie tradizionali non fossero in grado di rispondere alle esigenze del caso.

Si dovranno sempre preferire lavorazioni e materiali della tradizione locale (anche apportando modifiche all'intervento) in modo da non alterare i comportamenti generali e localizzati delle

single parti dell'edificio. Nel caso in cui non fossero sostituibili, andranno utilizzati solo quando ne farà richiesta la direzione lavori, sentiti gli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Gli interventi potranno essere selezionati e realizzati solo dopo che si sarà presa esatta visione delle schede tecniche specifiche, dopo aver assunto spiegazioni e garanzie da parte delle ditte produttrici e dopo aver condotto le opportune analisi di laboratorio e le prove applicative opportunamente campionate e osservate nel loro risultato; sarà vietato il loro utilizzo in mancanza di una comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati dall'intervento e con i materiali prossimi all'intervento. La loro applicazione dovrà sempre essere eseguita da parte di personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori, in considerazione del possibile effetto negativo che potrebbero avere sui manufatti e sulle persone.

Le proprietà dei prodotti e i metodi di prova sui materiali sono stabiliti dalle norme UNI e dalle norme UNICHIM prodotte dalla sezione specifica dello stesso organismo, oltre a tutte le indicazioni fornite dalle raccomandazioni NorMaL. In ogni caso dovranno possedere proprietà di adesione ai materiali presenti, stabilità nel tempo, non dovranno depolimerizzarsi, dovranno avere scarso ritiro e buona resistenza chimica agli agenti esterni.

Si riportano di seguito alcune tipologie di resine:

- acriliche;
- epossidiche;
- poliesteri.

RESINE ACRILICHE

Le resine acriliche saranno prodotte mediante processo di polimerizzazione di estere acrilico o di suoi derivati; saranno in possesso di basso peso molecolare, proprietà di trasparenza e di bassa viscosità. Inoltre avranno proprietà termoplastiche e buona resistenza agli acidi, alle basi, alla benzina, alla trementina e agli alcool concentrati (fino a una percentuale del 40%).

Potranno essere utilizzate mediante iniezioni come materiali consolidanti e adesivi, se necessario potranno anche essere miscelate con prodotti siliconici e latte di calce; il loro impiego come additivi potrà rendersi necessario per migliorare l'adesività di stucchi e malte fluide.

Una volta applicati, dovranno presentare buona durezza e stabilità dimensionale, buona idrorepellenza e resistenza alle intemperie.

RESINE EPOSSIDICHE

Le resine epossidiche si otterranno mediante procedimento di condensazione polimerica tra epichloridrina e bisfenolopropano e si presenteranno sia in forma solida che liquida; avranno elevata resistenza chimica e meccanica e potranno essere impiegate per svariati usi ma soprattutto come adesivi strutturali e laminati antifiamma; potranno altresì essere caricate con fibre di lana di vetro o di roccia, in modo da accrescere le proprie proprietà meccaniche, che in questo modo si avvicineranno a quelle dell'acciaio.

Il loro impiego in veste di rivestimenti e vernici protettive dovrà essere sottoposto a molta cautela, in relazione alle alterazioni cromatiche che potrebbero generare sulle superfici.

Tutti gli usi che potranno farsene, compresi quelli che richiedono le cariche additive (incluse cariche minerali, riempitivi, solventi e addensanti), potranno aver luogo solo dietro esplicita richiesta e approvazione della direzione lavori.

Facendo reagire le resine epossidiche con prodotti indurenti si avrà la formazione di strutture reticolate e termoindurenti.

Le resine poliesteri saranno prodotte generalmente a partire dalla condensazione polimerica di acidi basici insaturi con glicoli; potranno essere usate in forma liquida o come riempitivi più o meno resistenti.

Come riempitivi, prima dell'indurimento al fine di migliorare in diverso modo (a seconda delle necessità) la resistenza finale, potranno essere impastate con fibre naturali di vetro o di cotone o con fibre sintetiche. In alternativa, al fine di dotarle di maggiore resistenza, si potranno aggiungere materiali diversi quali calcari, gesso, cementi e sabbie.

Il loro impiego in veste di rivestimenti e vernici protettive dovrà essere sottoposto a molta cautela, in relazione alle alterazioni cromatiche che potrebbero generare sulle superfici.

Tutti gli impieghi, compresi quelli che richiedono le cariche additive (incluse cariche minerali, riempitivi, solventi e addensanti) potranno avvenire solo dietro esplicita richiesta e approvazione della direzione lavori.

Altri leganti:

Art. 4. Laterizi

Mattoni, listelli, tegole

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere (mattoni, tegole, tavelle, ecc.) dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233, alle norme di cui all'allegato 1 del D.M. 30 maggio 1974, e alle norme UNI vigenti (UNI 2105, 5631, 5632, ecc.).

È necessario che i laterizi siano in possesso di proprietà non gelive, con una resistenza verificata a partire da almeno 20 cicli alternati di gelo e disgelo eseguiti tra i + 50 e - 20°C.

Non dovranno in alcun caso presentare nell'impasto occhi bianchi di carbonato di calcio o di ossido di ferro, dannosi per la riuscita delle opere e per la durata nel tempo dello stesso materiale.

I mattoni pieni per uso ordinario, ossia per murature o simili, dovranno avere forma di parallelepipedo regolare, senza ingobbature e alterazioni della geometria, secondo le dimensioni UNI previste, che saranno perciò costanti e modulari, in modo da consentire l'aggregazione per la formazione di murature, spallette, piattabande, ecc.

In relazione alla resistenza alla compressione, le prove da effettuarsi in regime asciutto dopo prolungata immersione nell'acqua, dovranno rivelare una resistenza non inferiore a kg..... per cm² (UNI 5632-65).

I mattoni interi per paramento a vista, siano essi pieni o semipieni, dovranno avere forma estremamente regolare in relazione alla loro composizione, aggregazione e permanenza a vista e perciò dovranno avere superficie completamente integra e presentarsi di colorazione uniforme.

Le coppelle in laterizio (ossia i listoncini a piccolo spessore da incollare sulle murature da impiegarsi per i rivestimenti murari) risponderanno alle norme UNI 5632; dovranno presentare colorazione naturale o presentarsi con colorazioni ottenute da componenti inorganici; preferibilmente avranno a tergo elementi in rilievo o scanalature atte a migliorare l'aderenza con le malte al supporto sul quale andranno messe in opera.

I mattoni forati, le volterrane e i tavelloni dovranno possedere requisiti di resistenza alla compressione superiori a 16 kg per cm² (UNI 5631-65, 2105-07).

Le tegole piane o curve potranno avere qualunque forma e seguiranno le prescrizioni di cantiere. Esse dovranno essere esattamente componibili e assemblabili le une sulle altre, senza che si presentino alterazioni geometriche di forma e di dimensione, in particolare, per quanto attiene le tegole assemblabili, mediante scanalature e naselli (tipo le tegole marsigliesi); devono essere assicurate una coerenza e una omogeneità cromatica secondo le prescrizioni richieste.

Le prove di resistenza dovranno verificare un carico concentrato posto nella mezzeria e gradualmente crescente fino al raggiungimento dei 120 kg.

La prova avverrà appoggiando le tegole su due listelli posti a 20 mm dai bordi estremi dei due lati corti: la resistenza all'urto dovrà essere verificata mediante una palla di ghisa del peso di 1 kg, lasciata cadere dall'altezza di 20 cm.

Le tegole piane o curve dovranno possedere requisiti di impermeabilità, la quale andrà verificata sotto un carico di 50 mm di acqua mantenuta per 24 ore (UNI 2619-20-21-22).

Altri laterizi:

Art. 5. Materiali metallici

Materiali ferrosi

Tutti i materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere privi di ogni più piccola imperfezione.

Questi materiali, pertanto, non dovranno presentare tracce di scorie e di residui di lavorazione (sia superficialmente che nello spessore) né presentare soffiature, brecciature o qualsiasi altro dannoso e non funzionale difetto derivante dalle lavorazioni di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o altro, secondo quanto previsto dalle norme UNI 2623-29, 7070 e dalle altre norme relative al materiale e secondo quanto previsto dalle prescrizioni degli specifici decreti ministeriali.

I materiali ferrosi dovranno presentare inoltre, a seconda della loro qualità e della tipologia cui appartengono, i requisiti prescritti.

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, dotato di un ottimo grado di malleabilità, duttilità e tenacità e dovrà inoltre essere dotato di una struttura altamente fibrosa; dovrà essere liscio e privo di screpolature, specie sulla superficie esterna; le eventuali saldature dovranno essere perfette ossia non dovranno presentare soluzione di continuità.

L'acciaio per armature di conglomerati potrà essere liscio oppure a aderenza migliorata e dovrà rispondere ai requisiti previsti dal D.M. del 27 luglio 1985 e successive modifiche o integrazioni. Potrà trattarsi anche di acciaio inossidabile, generalmente del tipo FeB44K o di altro tipo, come

specificato o disposto e pertanto dovrà rispondere alle norme specifiche AINSI che contengono le indicazioni necessarie a determinare la presenza delle corrette percentuali di carbonio: questo, infatti, dovrà essere presente in bassa percentuale al fine di assicurare la saldabilità delle parti, assolutamente necessaria durante le lavorazioni.

I riferimenti normativi saranno la L.1086/71 e il D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996, oltre che la circolare del ministero LL.PP. del 01 aprile 1997 n. 65/AA.GG. “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica” di cui al D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ed eventuali aggiornamenti e modifiche.

L’acciaio in reti elettrosaldate sarà composto da ferri di diametro non inferiore a 4 mm che potranno essere trattati anche con elettrozincatura, la quale dovrà essere adeguata alle prestazioni richieste e assicurare lo spessore opportuno che sia completamente aderente ai tondini di ferro.

Le reti necessarie strutturalmente dovranno avere i requisiti richiesti dalle norme tecniche specifiche; l’acciaio trafilato o laminato potrà essere di tipo dolce (ferro omogeneo), di tipo semiduro o di tipo duro: in ogni caso dovrà essere privo di difetti e risponderà alle norme UNI 7070 e successive modifiche o integrazioni.

Il ferro dolce dovrà essere perfettamente malleabile e lavorabile, sia a caldo che a freddo: sarà indispensabile che tali lavorazioni non arrechino danni quali screpolature o alterazioni superficiali e interne; esso dovrà altresì possedere proprietà di saldabilità e dopo la rottura dovrà presentare una struttura interna di tipo granulare e lucente.

L’acciaio fuso, utile a realizzare mediante fusione cuscinetti, cerniere o qualsiasi altra lavorazione, dovrà essere di prima qualità, privo di soffiature e di qualsiasi altro difetto funzionale o estetico.

La ghisa dovrà essere di prima qualità con proprietà di tenacità e di debole malleabilità, purché facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello: non saranno ammesse in cantiere ghise fosforose, in quanto inadatte all’uso. La ghisa si presenterà alla vista di colore grigio, la superficie sarà granulare e omogenea, priva di screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità e altri difetti che potrebbero ridurre la resistenza. Tutti gli elementi in ghisa dovranno essere perfettamente modellati.

Altri metalli

Nelle lavorazioni e nelle opere previste nell’ambito degli interventi di restauro e di conservazione sarà contemplato l’uso di altri materiali metallici quali piombo, zinco, stagno, rame o altre leghe.

Tutti questi materiali dovranno essere di ottima qualità, ben lavorati, sia in fase di fusione che di laminazione (o di altro tipo di lavorazione cui saranno sottoposti) e dovranno rispondere alle norme UNI specifiche; non dovranno presentare impurità o difetti che possano arrecare nocimento alla funzione e alla forma o che possano alterarne la resistenza e la durata.

Il titanio, in particolare, potrà essere usato anche per ragioni strutturali e consolidative e risponderà ai requisiti richiesti dalle norme di riferimento (ASTM B 265-89 e B 348-83 e eventuali integrazioni e modifiche); potrà essere lavorato e prodotto anche sottoforma di lega se unito ad alluminio o vanadio; dovrà possedere requisiti di buona lavorabilità, resistenza meccanica e resistenza alla corrosione; dovrà avere basso coefficiente di conducibilità termica e di dilatazione termica.

Altri metalli:

Art. 6. Legnami

Generalità

Qualora si debbano usare legnami per lavorazioni provvisorie quali ad esempio ponteggi e puntellature oppure legnami necessari nelle lavorazioni definitive, quali ad esempio gli orizzontamenti o ancora per parti non strutturali, per esempio infissi, questi, indipendentemente dalla specie legnosa prescritta e da quella utilizzata, dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 30 ottobre 1912 e alle vigenti norme UNI di riferimento.

L'appaltatore dovrà selezionare le miglior qualità possibile di legname nell'ambito delle classi e delle categorie previste in progetto o disposte in cantiere; esso in nessun caso dovrà presentare difetti in grado di inficiare l'uso specifico al quale sarà destinato; dovrà inoltre essere indenne dall'azione di parassiti e da danneggiamenti biologici oltre che da danneggiamenti visibili che potrebbero impedire l'ottenimento di lavorazioni e opere finite a perfetta regola d'arte.

In considerazione della provenienza organica dei legnami e della loro capacità di assorbire o rilasciare umidità, i materiali dovranno essere debitamente stagionati e dotati delle certificazioni richieste attestanti provenienza e categoria. L'appaltatore resterà sempre responsabile della scelta e del buon mantenimento del materiale, anche laddove già approvato dalla direzione lavori.

Pali, travi e tavolame

I legnami a sezione tonda, i pali o altri elementi di forma tondeggiante, verranno ricavati dai tronchi d'albero purché siano dritti, evitando l'impiego dei rami nel caso in cui questi non siano in grado di assicurare un andamento rettilineo.

Tali pali dovranno essere scortecciati per tutta la lunghezza e appianati sulla superficie; in relazione alle dimensioni, la differenza fra i diametri medi misurati alle estremità di ogni elemento non dovrà essere superiore ai 15 millesimi della lunghezza del palo né superiore al 25% del diametro maggiore del palo.

I legnami squadrati grossolanamente che presentino spigolo smussato dovranno avere tutte le facce spianate e non dovranno presentare rientranze, sporgenze e scanalature; potranno essere accettati elementi con alburno o con smusso non maggiore di 1/6 del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo saranno ricavati da lavorazioni nell'ambito delle quali viene utilizzata la sega e dovranno essere ben squadrati, con le facce perfettamente in piano, prive di rientranze, scanalature o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo; non dovranno essere presenti alburni né smussi.

Il tavolame sarà ricavato dalla lavorazione di tronchi dritti, meglio ancora se da travi dritte, in modo che le fibre restino longitudinali e nei tagli non si creino vortici impropri e dannosi per la lavorazione.

Legnami per infissi

I legnami destinati alla costruzione di infissi dovranno essere privi di alburno e esenti da nodi, cipollature, buchi o altre alterazioni; dovranno essere di prima scelta, presentare una struttura con fibre compatte e resistenti e in nessun caso dovranno presentare difetti, danneggiamenti, deterioramenti e spaccature di alcun genere.

Per assicurare stabilità nel tempo e assenza di fenditure, essi dovranno essere perfettamente stagionati o, in modo altrettanto adeguato, essiccati artificialmente, purché risultino geometricamente perfetti e stabili; sia il colore che le disposizioni delle venature dovranno essere uniformi e regolari.

Legname per altri usi:

Art. 7. Materiali per pavimentazioni e per rivestimenti

Generalità

I materiali da utilizzare per la realizzazione di pavimentazioni e rivestimenti potranno essere pianelle o mattonelle di argilla cotta del tipo tradizionale, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle o piastrelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto o altre appartenenti a tipologia idonea. Tali materiali dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 e alle norme UNI vigenti.

La conservazione, l'imballaggio, il trasporto e lo stoccaggio non dovranno in alcun modo compromettere le proprietà dei materiali.

Gli imballi dovranno contenere schede informative riportanti tutte le caratteristiche richieste per norma e utili ai fini dell'identificazione delle caratteristiche richieste.

I materiali, prima della posa, andranno attentamente controllati al fine di verificarne forma, calibro, colore, spessore e ogni altra informazione necessaria.

Per la posa, sia all'interno dello stesso imballo che per lotti differenti, l'operatore avrà cura di miscelare i singoli elementi in modo da distribuire eventuali lievi variazioni cromatiche.

Pianelle o mattonelle di argilla cotta o greificate

Le pianelle e le mattonelle di argilla cotta non dovranno in alcun caso presentare nell'impasto occhi bianchi di carbonato di calcio o di ossido di ferro, in quanto dannosi ai fini della conservazione del materiale stesso e alla sua durabilità nel tempo, essendo tali difetti sintomatici di processi di carbonatazione.

Sia le pianelle che le mattonelle dovranno avere forma estremamente regolare in relazione alla loro permanenza a vista e perciò dovranno presentare una superficie completamente integra, una colorazione uniforme e naturale o ottenuta da additivi di origine inorganica: in ogni caso dovranno essere assicurate una certa coerenza e omogeneità cromatiche, secondo quanto indicato dalle prescrizioni.

Le mattonelle di cotto avranno preferibilmente a tergo elementi in rilievo atti a migliorare l'aderenza con le malte, in modo da poter adeguatamente aderire al supporto; dovranno essere perfettamente componibili e assemblabili, senza che si presentino alterazioni geometriche di forma e di dimensione e dovranno inoltre possedere un grado di porosità non superiore al 5%; le prove di resistenza a compressione dovranno dare valori pari o maggiori di 400 kg/cm²; la resistenza all'urto e all'usura dovrà essere elevata.

Le piastrelle di argilla potranno anche essere interamente greificate, con ciò acquisteranno elevatissima resistenza agli agenti chimici, meteorici e meccanici; anche le proprietà di assorbimento dei liquidi saranno elevatissime, assicurandone la quasi impermeabilità.

Le piastrelle dovranno sempre possedere forme regolari e ben calibrate, con spigoli vivi e superficie piana ben rettificata e dovranno essere fornite nella forma, nel colore e nella dimensione richieste dalla direzione lavori.

Mattonelle, marmette e pietrine di cemento

Le pavimentazioni e i rivestimenti in base cementizia comprenderanno mattonelle interamente cementizie, marmette con scaglie marmoree in base cementizia e pietrine di medio-alto spessore interamente di cemento; dovranno in ogni caso essere di ottima qualità e di ottima fabbricazione, presentare un elevato grado di resistenza alla compressione meccanica, essere ben stagionate (stagionatura di almeno tre mesi), ben calibrate, a bordi sani e rettilinei; non dovranno inoltre essere visibili, né rinvenibili all'interno degli spessori, difetti quali alveoli, crinature, fessurazioni, né dovranno verificarsi distacchi tra il sottofondo e lo strato superiore.

La colorazione della pasta cementizia sarà ottenuta tramite colori e pigmenti specificatamente adatti al cemento, ben amalgamati tra loro in modo da dar vita a un risultato uniforme.

Le mattonelle avranno uno spessore complessivo superiore ai 25 mm, lo strato finale superiore sarà eseguito a cemento puro colorato secondo i criteri già precedentemente esposti, purché questo non abbia spessore inferiore ai 7 mm, in modo da garantire tenuta e durabilità anche rispetto ai trattamenti e alle levigature che si riveleranno necessarie nel tempo; anche le marmette avranno spessore complessivo di 25 mm e strato superficiale di spessore non inferiore ai 7 mm (costituito in questo caso da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo).

Le pietrine avranno uno spessore complessivo non inferiore ai 30 mm e lo strato superficiale, realizzato con puro cemento, di spessore non inferiore a 8 mm; la superficie delle pietrine cementizie potrà essere liscia, bocciardata, scanalata a reticolo o scanalata in una sola direzione, a seconda delle prescrizioni di progetto.

Graniglie e pezzami di marmi per pavimenti in battuto o in marmette

Le graniglie o i pezzami di marmo (o di altre pietre idonee a tali lavorazioni) dovranno essere conformi ai campioni di pavimento prescelti dalla direzione lavori per tipo, per cromia, per granulometria o per pezzatura e risultare assolutamente privi di residui e di impurità; non dovranno avere vizi o difetti (sia visibili che nello spessore del loro corpo) in modo da garantire l'integrità una volta posati in opera e durante l'utilizzo successivo; nel caso specifico di pezzami, questi dovranno avere uno spessore variabile da 2 a 3 cm e forma e dimensioni aderenti alle disposizioni di lavorazione e ai campioni prescelti in cantiere.

Piastrelle in ceramica, in gres porcellanato, in clinker e simili

Le piastrelle ceramiche potranno essere di vario tipo: in monocottura, in bicottura, greificate, clinkerizzate o porcellanate; esse dovranno essere di prima scelta e avere forma, dimensione e colore così come prescritto in progetto o come disposto in cantiere.

La loro calibratura anche su disegno sarà particolarmente raffinata, in considerazione di una corretta posa in opera; esse avranno peculiarità specifiche in relazione alla tipologia di piastrella, poiché dovranno rispondere a precisi requisiti di classificazione.

In merito alle lavorazioni e al potere di assorbimento risponderanno alle norme UNI EN 87 e per quanto attiene la calibratura e le tinte alla norma UNI EN 163.

Lo strato di smalto superiore dovrà essere adatto alla tipologia di piastrella e all'uso che se ne dovrà fare, mentre il bordo dovrà essere perfettamente rettilineo; le piastrelle con bordo lavorato saranno messe in opera negli spigoli (piastrelle a becco di civetta, con smusso a 90°, ecc.).

A seconda della classe di appartenenza, le piastrelle di ceramica di prima scelta ottenute per estrusione o mediante pressatura dovranno rispondere alle norme illustrate in tabella 1.

Piastrelle in ceramica, in gres porcellanato, in clinker e simili				
Formatura	Gruppo I	Gruppo II a	Gruppo II b	Gruppo III
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159
Assorbimento d'acqua in % (E)	$E \leq 3\%$	$3\% < E < 6\%$	$6\% < E < 10\%$	$E > 10$

Tabella 1- Norme di classificazione delle piastrelle

Listoni in legno e parquet

I pavimenti in legno potranno essere realizzati in tavolette (*lamparquet*), in listoni maschiati o battentati, in lamelle disposte a mosaico o in blocchetti di legno disposti di testa.

Essi dovranno rispondere all'essenza legnosa adeguata all'uso e prescritta in progetto, con caratteristiche conformi ai campioni scelti così come indicati in cantiere, dotati altresì di certificazioni che ne attestino qualità e provenienza; dovranno essere di prima scelta o comunque possedere qualità corrispondenti a quanto prescritto in progetto, dotati di stabilità igrotermica in modo tale da presentare un tasso di umidità compreso tra il 10% e il 15%.

La resistenza meccanica a flessione e a compressione (facendo particolare attenzione nel secondo caso alla verifica dei residui di impronta) dovranno essere elevate, in relazione alla specie legnosa di appartenenza.

A seconda della classe di appartenenza, così come illustrato di seguito, potranno risultare più o meno accettabili i difetti presenti sulla faccia a vista, secondo quanto prescritto dalle norme:

- prima scelta: piccoli nodi con diametro inferiore a 2 mm se del colore della specie (inferiore a 1 mm se di colore diverso) purché siano presenti su meno del 10% degli elementi del lotto di lavorazione e di fornitura; imperfezioni di lavorazione con profondità inferiore a 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi;
- seconda scelta: piccoli nodi con diametro inferiore a 5 mm se del colore della specie (se di colore diverso inferiore a 2 mm) purché siano presenti su meno del 20% degli elementi del lotto di lavorazione e di fornitura; imperfezioni di lavorazione come per la prima scelta; possono essere tollerate piccole fenditure e presenza di albino purché immune da qualsiasi attacco da parte di insetti;
- terza scelta: esenti da difetti in grado di comprometterne l'impiego; albino senza limitazioni ma immune da qualsiasi attacco da parte di insetti e parassiti.

In relazione alle dimensioni sono ammesse tolleranze dovute alle lavorazioni secondo quanto indicato:

- per le tavolette (*lamparquet*), per il mosaico e per i quadrotti sono ammessi fino a 0,5 mm sullo spessore, 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
- facce a vista e fianchi dovranno presentarsi lisci per assicurare l'adeguata aderenza delle tavolette;
- per i listoni, le tolleranze ammesse dovranno essere di 1 mm sullo spessore, 2 mm sulla larghezza e 5 mm sulla lunghezza; le maschiature dovranno essere regolari e ben eseguite, atte a consentire il montaggio, lo smontaggio, la tenuta e la stabilità nel tempo.

Linoleum e rivestimenti in plastica

I linoleum e i rivestimenti in plastica dovranno rispondere alle norme vigenti e non dovranno avere stagionatura inferiore a quattro mesi.

La superficie dovrà presentarsi liscia, priva di ogni genere di discontinuità, di strisciature o rigature, di macchie o abrasioni. Gli spessori non dovranno essere inferiori a mm..... e il peso a metro quadrato non dovrà essere inferiore a kg per un millimetro di spessore.

Lo spessore verrà determinato come valore medio a partire da dieci misurazioni effettuate sui campioni prelevati, mentre il peso verrà determinato a partire da provini quadrati del lato di 0,50 cm, con pesature che diano l'approssimazione di un grammo.

La presenza di tali proprietà sarà verificata attraverso prove specifiche: tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta; un campione di forma quadrata di 0,20 cm di lato dovrà potersi curvare sopra un cilindro del diametro di $10 \cdot (s + 1)$ millimetri senza che si formino fenditure e screpolature (s rappresenta lo spessore in millimetri del linoleum).

Altri materiali per pavimentazioni e per rivestimenti:

Art. 8. Colori, tinte e vernici

Generalità

Tutti i prodotti da usare nei lavori di tinteggiatura, di verniciatura e simili non dovranno essere di vecchia produzione e dovranno essere conservati in modo che ne sia garantito il buon mantenimento: in questo modo si eviterà che vengano alterate le peculiarità richieste al loro utilizzo, con particolare riguardo all'eventuale formazione dei dannosi fenomeni di sedimentazione, addensamento e trasformazione in gelatina, assai frequenti quando il materiale non è di produzione recente.

Pitture, vernici e smalti dovranno essere trasportati in cantiere all'interno di recipienti sigillati recanti indicazioni sulla ditta produttrice, sul tipo di prodotto contenutovi, sulle qualità dello stesso, sulle modalità d'uso, sui metodi di conservazione impiegati e, in particolare, l'indicazione della data di scadenza in relazione alla data di produzione, atta a testimoniare l'età e l'idoneità all'uso.

Tutti i prodotti saranno approvvigionati in modo da essere già pronti per l'impiego in opera, fatte salve le eventuali diluizioni previste dalle ditte produttrici secondo quelli che sono i rapporti e le modalità esplicitati nelle indicazioni.

I contenitori verranno aperti solo al momento dell'utilizzo e preferibilmente in presenza della direzione lavori, la quale ne controllerà il contenuto.

Le pitture, le vernici e gli smalti risponderanno alle caratteristiche prescritte, incluse le colorazioni, che dovranno conservarsi stabili nel tempo sia in relazione agli agenti atmosferici che in relazione a eventuali attacchi da parte di microrganismi; dovranno possedere ottima penetrabilità e compatibilità con il supporto e garantirne un buon grado di traspirabilità.

La tinteggiatura di strutture murarie sarà eseguita esclusivamente con prodotti non pellicolanti, secondo le definizioni della norma UNI 8751 recepita dalla Raccomandazione NorMaL M 04/85. Tutti i prodotti dovranno rispondere alle norme UNI e UNICHIM vigenti e in particolare UNI 4715, UNI 8310 e 8360 (in relazione alla massa volumica), 8311 (in relazione al PH), 8306 e 8309 (in relazione al contenuto di resina, pigmenti e cariche), 8362 (in relazione al tempo di essiccazione). Le superfici da tinteggiare saranno controllate con i metodi UNICHIM, MU 446, 456-58, 526, 564, 579, 585, mentre le prove da eseguire prima e dopo l'applicazione (relative alle caratteristiche del materiale ossia campionatura, rapporto pigmenti-legante, finezza di macinazione, consumo, velocità di essiccamento, spessore, resistenza agli agenti atmosferici, agli agenti chimici, ai cicli termici, ai raggi UV, all'umidità) faranno riferimento alle norme UNICHIM, MU 156, 443, 444, 445, 466, 488, 525, 580, 561, 563, 566, 570, 582, 590, 592, 600, 609, 610, 611.

Per tinteggiature di edifici e manufatti di interesse storico saranno assolutamente da escludere lavorazioni a base di resine sintetiche, inoltre la scelta dei prodotti dovrà conformarsi a specifiche autorizzazioni della direzione lavori, previo parere degli organi competenti.

Solventi

L'olio di lino crudo sarà prodotto a partire da un processo di accurata depurazione, pertanto dovrà avere aspetto e colore limpido e chiaro e non dovrà né possedere né lasciare alcun deposito.

Non dovrà essere vecchio e rancido né dovranno essere presenti altri oli; all'olfatto dovrà percepirsi un odore forte e al gusto un sapore molto amaro.

Al fine di verificarne le proprietà, una volta versato sopra un piano liscio di vetro o di metallo, dovrà essiccare completamente nell'arco di 24 ore: l'acidità massima sarà del 7%, l'impurità non dovrà essere superiore all'1% e alla temperatura di 15°C dovrà avere una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

L'acquaragia pura, priva di essenza di trementina, dovrà presentarsi limpida, incolore, di odore gradevole e molto volatile. La sua densità a 15°C sarà di 0,87.

Colori e pigmenti

I colori potranno essere di vario genere:

- la biacca, denominata anche cerussa, ossia carbonato basico di piombo, dovrà essere purissima, priva di qualsiasi traccia di solfato di bario o di altri residui dannosi;
- il bianco di zinco dovrà presentarsi sottoforma di finissima polvere bianca e sarà costituito da ossido di zinco; non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non dovrà superare il tasso del 3%;
- il minio potrà essere di piombo (sequiossido di piombo) o di alluminio (ossido di alluminio) e dovrà presentarsi in polvere finissima priva di colori derivati dall'anilina; non dovrà essere presente né solfato di bario né qualsiasi altra sostanza in quantità superiori al 10%;
- le terre coloranti per le tinte all'acqua, a colla o a olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze estranee e di particelle eterogenee; esse verranno perfettamente incorporate all'acqua, alle colle e agli oli, senza che permangano parti non assorbite; potranno inoltre essere richieste in qualunque tonalità esistente e avranno in ogni caso granulometria molto fine, dell'ordine di millesimi di millimetro. Risulteranno particolarmente adatti i pigmenti inorganici poiché stabili al contatto con la calce; essi deriveranno da composti dei metalli quali ferro, manganese, rame, piombo, cromo e altri metalli. Gli ossidi di ferro saranno ottenibili anche per via sintetica, purché risultino stabili alla luce, agli agenti chimici e atmosferici e al contatto con il supporto murario: la loro presenza non dovrà superare il 10% in peso sulla massa;
- le terre naturali saranno ottenibili da sostanze terrose naturali mediante appositi processi e avranno un pH 3,5-6, massa volumica 400-800 g/l e peso specifico 4-5 g/ml; dovranno contenere ossidi

minerali di origine naturale secondo una percentuale del 20-40%, essere stabili alla luce, alla calce e all'umidità; saranno composte da ossido, idrossido e silicato di ferro in percentuali diverse (terre gialle, terre rosse, terre d'ombra); dovranno essere ottenute a partire da adeguati processi di lavorazione, quali l'asciugatura, la sbriciolatura, l'epurazione dalle particelle estranee, la macinazione fina e, per le terre bruciate, la preventiva cottura a 200-400°C. In taluni casi, per esempio per le terre rosse e per le terre d'ombra, si potrà anche avere un processo di calcinazione; dovranno altresì essere insolubili sia nell'acqua che in solventi inorganici. Si riportano in tabella 2 i pigmenti più usati.

Colore	Tipo di pigmento
Bianco	Latte di calce, bianco di zinco, bianco Spagna, bianco san Giovanni, bianco Meudon
Bruno	Terra d'ombra naturale, terra d'ombra bruciata, terra di Cipro, terra di Colonia
Giallo	Terra gialla, ocre gialla, terra di Siena naturale
Rosso	Terra di Siena bruciata, terra rossa, rosso Ercolano, cinabro naturale, ocre rossa
Verde	Verde cobalto, ossido di cromo, terra verde di Nicosia, verde brentonico
Azzurro	Blu d'oltremare, azzurro di cobalto

Tabella 2 – Pigmenti più utilizzati

Tinteggiature a base di acqua

Il latte di calce verrà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione; vi si potrà aggiungere la quantità di nero-fumo necessaria a evitare che la tinta risulti giallognola.

Le pitture all'acqua (dette anche idropitture) si otterranno mediante procedimenti di sospensione acquosa di sostanze inorganiche, contenenti, all'occorrenza e se disposto dalla direzione lavori, anche colle o emulsioni di sostanze sintetiche e pigmenti colorati atti a migliorarne le proprietà.

Sarà riscontrabile l'esistenza delle seguenti tipologie:

- tinte a calce: se saranno costituite da un'emulsione ottenuta con calce idrata o con grassello di calce in cui si discioglieranno pigmenti inorganici non reagenti con l'idrossido di calcio.

L'aderenza alle malte delle tinte a calce sarà migliorata dalla presenza di colle artificiali, animali e vegetali. Esse potranno essere applicate anche su pareti intonacate di fresco, per un risultato ottimale sarà opportuno utilizzare come pigmenti terre naturali passate al setaccio. Per interventi conservativi potranno essere utilizzate velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua, in modo da affievolire il potere coprente e rendere la tinta trasparente;

- tempere: se saranno costituite da sospensioni acquose di pigmenti e cariche formate da calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati e aggiunta di colle naturali o sintetiche (caseina, vinavil, colla di pesce) come leganti. Si utilizzeranno solo su pareti interne intonacate perfettamente asciutte, preventivamente preparate con più mani di latte di calce. Dovranno possedere inoltre un buon potere coprente e contemplare possibilità di ritinteggiatura;

- pitture ai silicati: ottenibili mediante sospensione di pigmenti inorganici, quali polvere di caolino, gesso, talco e ossidi di ferro, posti all'interno di una soluzione di silicati di sodio e di potassio (tali silicati potranno essere adoperati singolarmente oppure in combinazione). Il legame con il supporto dovrà essere stabile e per ottenere tale risultato gioverà sempre un'adeguata preparazione che comprenda l'eliminazione di tracce risalenti a precedenti tinteggiature, specie se a calce, poiché ne inficerebbero la durata creando fenomeni di esfoliazione. Se le condizioni di posa saranno adeguate, i silicati creeranno un legame chimico con l'atmosfera (in particolare con l'anidride carbonica e con le particelle d'acqua in sospensione nell'atmosfera) e un legame chimico con il carbonato dell'intonaco, garantendo così una buona riuscita e una lunga durata. Tali pitture dovranno avere una elevata resistenza ai raggi UV e agli attacchi di muffe e di microrganismi;

- pitture cementizie: saranno sospensioni acquose di cementi colorati additivati con sostanze collanti. Verranno preparate in piccoli quantitativi a causa del velocissimo tempo di presa. L'applicazione dovrà concludersi entro 30 minuti dalla preparazione, prima che sopravvenga la fase di indurimento. Terminata tale fase sarà fatto divieto di diluirle in acqua per eventuali riutilizzi;
- pitture emulsionate o dispersioni acquose di resine sintetiche e pigmenti (con eventuali aggiunte di prodotti plastificanti in grado di rendere le pellicole meno rigide): sono rinvenibili in commercio come paste dense, da diluirsi in acqua al momento dell'impiego. Potranno essere utilizzate su superfici interne ed esterne; dovranno essere applicate con esemplare perizia tecnica e possedere colorazione uniforme; potranno essere applicate anche su calcestruzzi, legno, cartone e altri materiali. Non dovranno mai essere applicate su strati preesistenti di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto;
- finiture a encausto: potranno essere preparate all'acqua o all'essenza di trementina. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta nell'acqua calda alla quale verrà aggiunto sale di tartaro. La cera potrà essere disciolta anche nell'essenza di trementina. Il liquido necessario a ottenere la sospensione sarà disposto dalla direzione lavori.

Vernici, smalti, pitture e altri prodotti

Le vernici da impiegarsi per le finiture di ambienti posti all'interno di manufatti architettonici dovranno essere preparate su base di essenza di trementina e gomma pura di ottima qualità; assolutamente da evitare l'impiego di gomme di produzione distillata e di provenienza da idrocarburi in quanto tossiche, nocive alla salute e inadatte agli usi. Le vernici verranno disciolte nell'olio di lino e presenteranno una superficie brillante; rientrano in questa casistica gli encausti preparati all'essenza di trementina.

Gli smalti avranno composizione naturale o sintetica, a seconda se preparati con oli naturali o con resine sintetiche. Saranno altresì presenti nella composizione pigmenti, cariche minerali e ossidi di vario genere e provenienza atti a migliorare la consistenza e l'applicazione e ad attribuire la giusta colorazione. Tutti gli smalti dovranno possedere elevata proprietà coprente, in modo da assicurare una certa resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi UV e da risultare brillanti e ben dotati di resistenza agli urti.

Gli smalti e le pitture a base di sole resine sintetiche saranno ottenibili tramite le sospensioni dei pigmenti e delle cariche necessarie a sviluppare proprietà di resistenza e proprietà legate alla colorazione in soluzioni organiche di resine sintetiche (per esempio resine acriliche, alchidiche, epossidiche, poliuretatiche, poliesteri, siliconiche, ecc.), alle quali sarà possibile aggiungere oli con effetti essiccativi; dovranno essere dotate di elevata resistenza agli agenti atmosferici e agli urti e dovranno essere in grado di giungere al grado di essiccazione in tempi rapidi, formando un velo protettivo piuttosto duro e robusto. In considerazione dell'origine esclusivamente sintetica, il loro utilizzo sarà strettamente vincolato a precise indicazioni della direzione lavori.

Le pitture potranno essere preparate con oli oppure potranno avere composizione oleosintetica, grazie all'aggiunta di resine sintetiche agli oli; conterranno altresì pigmenti e sostanze coloranti al fine di migliorare le proprie caratteristiche di resistenza e lavorabilità oltre che le proprietà estetiche così come richieste in progetto.

Una volta messe in opera, dovranno assicurare nel tempo un elevato potere coprente, pertanto non dovranno presentare degradi e alterazioni a seguito di eventi meteorologici, incluse piogge acide e radiazioni UV.

Le pitture con effetto antiruggine e anticorrosivo saranno dotate delle caratteristiche necessarie a fronteggiare specifiche condizioni ambientali e saranno adeguate al tipo di materiale da proteggere; potranno essere del tipo oleosintetico, all'olio, al cromato di zinco.

Le pitture con effetto neutralizzatore e convertitore di ruggine dovranno essere preparate con soluzioni di acido fosforico e fosfati metallici (ferro, manganese, zinco, acido fosforico) in modo da acquisire la capacità di formare pellicole superficiali con azione anticorrosiva.

Solitamente si tratta di miscele di fosfati primari di ferro, manganese o zinco e acido fosforico; tali pitture saranno dotate della capacità di neutralizzare la ruggine o di trasformarla in fosfato di ferro. Le pitture intumescenti dovranno essere in grado, in caso di incendio, di far rigonfiare la pellicola protettiva e di produrre uno strato isolante poroso in grado di proteggere l'elemento di supporto dal fuoco e dal calore. La conservazione di tali proprietà sarà assicurata dallo stato della vernice, che sarà di produzione recente e sigillata in contenitori sui quali saranno riportate tutte le indicazioni inerenti la provenienza, le modalità di conservazione, la lavorazione e la produzione.

Altri prodotti:

Art. 9. Prodotti impregnanti

Generalità

Le operazioni di impregnamento di alcuni materiali che compongono i manufatti architettonici avranno l'obiettivo di proteggere le superfici e gli stessi materiali da agenti atmosferici e da agenti patogeni (siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica), poiché dannosi per le parti direttamente interessate e per quelle contigue; dovranno avere effetto conservativo, pre-consolidante, consolidante e protettivo.

Durante le operazioni di impregnamento andranno sempre adoperati prodotti e sostanze compatibili con i supporti, assolutamente neutri in relazione alla conservazione del valore intrinseco e utilizzati in maniera localizzata solo dove indispensabile, dietro esplicita richiesta del direttore dei lavori previo parere degli organismi preposti alla tutela del bene.

Tali prodotti saranno dotati di caratteristiche tali da permettere un buon impregnamento e saranno inoltre in grado di penetrare nei materiali in profondità, evitando così la formazione di pellicole superficiali, specie nelle zone con carenza di legante, assicurando al contempo buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti meteorici, atmosferici e inquinanti e buona resistenza chimica.

In considerazione del fatto che i manufatti oggetto di intervento sono manufatti storici, pertanto realizzati con materiali tradizionali ormai stabilizzati nelle loro condizioni igrometriche, i prodotti utilizzati dovranno essere perfettamente trasparenti e non dovranno alterare il colore del supporto né avere un effetto traslucido sulla superficie trattata; al fine di non alterare le condizioni igrometriche del manufatto tali prodotti dovranno essere traspirabili e dovranno consentire la diffusione del vapore; non dovranno altresì ingenerare reazioni dannose, né dar vita alla formazione di sali solubili in superficie e dovranno inoltre possedere un coefficiente di dilatazione termica simile a quello del materiale sul quale saranno usati, in modo da evitare fenomeni di fessurazione che rappresenterebbero vie preferenziali per l'ingresso dell'acqua.

Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzati con la massima cautela, con l'obiettivo di prolungare la conservazione del manufatto e di prevenirne il degrado causato, per esempio, dalle azioni fisiche degli agenti meteorici e atmosferici (le azioni degradanti erosive dell'acqua piovana oppure le azioni degradanti meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili o ancora le azioni fortemente abrasive del vento durante il trasporto del particolato atmosferico); dovranno altresì essere in grado di prevenire le alterazioni statiche e strutturali localizzate e generali quali ad esempio fessurazioni, rotture, cedimenti.

L'efficacia dell'impregnante dovrà essere perciò finalizzata anche a eliminare gli effetti disagiati legati alle superfici; a ridurre o eliminare il potere di imbibizione e il ristagno di acqua all'interno dei materiali; a proteggere dagli effetti chimici generati dal contatto con piogge acide e inquinanti atmosferici; a prevenire la formazione di macroflora e di microflora.

A seconda del supporto dovranno essere scelti impregnanti specifici, le superfici da trattare potranno essere infatti:

- in pietra a vista compatta e tenace oppure porosa e tenera;
- in laterizio a vista di colore rosso e compatto;
- in laterizio a vista albaso e poroso;
- in calcestruzzo;
- in intonaco colorato antico o storico oppure in intonaco colorato di recente esecuzione.

In considerazione delle varie tipologie di supporto, si dovranno eseguire quindi tutte le campionature preventive. In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà legata ai risultati emersi a seguito delle analisi, delle prove e delle campionature eseguite, tenendo conto delle procedure NorMaL e delle disposizioni impartite in cantiere.

Saranno perciò verificate: la compatibilità chimica e fisica con il supporto, la capacità di evitare danni al manufatto, agli operatori e all'ambiente, la facilità di applicazione, la capacità di penetrazione, la reversibilità, la traspirabilità, la stabilità nel tempo, la non alterazione degli effetti di superficie originari, la resistenza ai raggi UV e l'inerzia chimica rispetto agli agenti inquinanti. Tali sostanze dovranno essere fornite in recipienti sigillati dotati di etichette indicanti il nome del produttore, la data di produzione, i dosaggi e le modalità di impiego. Conclusivamente dovranno avere *pot-life* sufficientemente lungo che ne consenta l'indurimento ad assorbimento completamente avvenuto.

Impregnanti da consolidamento

Gli impregnanti da consolidamento possono essere composti organici e composti inorganici, purché abbiano le medesime caratteristiche e proprietà esposte tra le generalità, con particolare riguardo all'adozione della migliore soluzione possibile in relazione al valore del manufatto.

Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione o l'essiccamento del solvente) reazione all'acqua, in modo da evitare dannosi effetti secondari.

Tali impregnanti dovranno essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici, in modo da eliminare i fenomeni di decoesione; non dovranno presentare ingiallimento nel tempo e dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi UV: in ogni caso dovrà sempre essere possibile l'eliminazione degli eccessi di prodotto con apposito solvente senza che il manufatto ne risulti danneggiato o alterato.

L'impiego di tali prodotti dovrà seguire le indicazioni riportate sulle etichette e sulle schede tecniche.

I composti organici sono polimeri di derivazione sintetica, posseggono caratteristiche di alta adesività e tuttavia dilatazione termica diversa da quella dei materiali edilizi; potranno essere di tipo termoplastico o termoindurente.

Nel primo caso conserveranno una certa solubilità che li rende reversibili e verranno utilizzati per la protezione di materiali murari (pietre, malte, ecc.) e per legnami.

Nel secondo caso saranno non solubili, né irreversibili o sensibili all'azione dei raggi UV e verranno utilizzati in particolare a scopi strutturali.

Si riporta di seguito una enumerazione delle più importanti resine:

- resine acriliche: avranno proprietà termoplastiche e saranno ottenibili mediante il processo di polimerizzazione di acidi acrilici e metacrilici; saranno quasi tutte solubili in appositi solventi organici, anche se penetreranno nei materiali con una certa difficoltà; saranno idrorepellenti ma si dilateranno, resistendo bene all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento; dovranno avere un buon potere adesivo sebbene posseggano poche proprietà penetranti; saranno utilizzate soprattutto in campo strutturale, prevalentemente all'interno di ambienti;

- resine metacriliche: saranno utilizzabili generalmente per iniezione con lo scopo di consolidare le murature, oltre che per bloccare (anche in quelle interrato) il passaggio di acqua. In particolare, l'etil-metacrilato avrà elevata flessibilità d'uso, con buone doti di trasparenza, di resistenza all'acqua, agli acidi, agli alcali e alla vegetazione: si otterrà unendo a ogni litro di solvente, per esempio acetone o etanolo, da 20 a 300 cm³ di resina solida, alla quale si potrà aggiungere, se prescritto, una quantità stabilita di polveri opacizzanti.

- resine poliuretaniche: apparterranno sia alla classe termoplastica che a quella termoindurente; avranno buone proprietà meccaniche, buona adesività, saranno resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici ma penetreranno nei materiali con difficoltà. Saranno usati in alternativa alle resine epossidiche poiché posseggono capacità di indurimento alle basse temperature; potranno essere usate come consolidanti dei terreni, come isolanti e come protettivi e impermeabilizzanti, specie negli interventi di sbarramento di umidità per risalita;
- resine epossidiche: saranno termoindurenti, generalmente a due componenti, ossia dovranno essere preparate a piè d'opera; sebbene abbiano una buona resistenza chimica, buone proprietà meccaniche e di adesività, penetreranno nei materiali con difficoltà e nel tempo, specie se esposte, ingialliranno e potranno ridursi in polvere; saranno impiegate nei consolidamenti strutturali di murature, di legnami e di materiale lapideo, soprattutto per la protezione di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti a una forte aggressione chimica e saranno impiegate inoltre per le riadesioni di frammenti lapidei staccati;
- resine poliestere: deriveranno dalla policondensazione dei glicoli con acidi bi-basici insaturi e saranno usate come adesivi poiché posseggono buone proprietà specifiche, mentre posseggono basse proprietà di resistenza alle radiazioni UV. Prima dell'indurimento potranno essere impastate con fibre di vetro, fibre sintetiche, calcari, sabbie e gessi in modo da consentirne un uso riempitivo;
- resine acril-siliconiche: saranno ottenute con prodotti a base di resine acriliche e resine siliconiche. Saranno resistenti e protettive, con buone doti di adesività, di elasticità, di idrorepellenza e di penetrazione nei materiali. Opportunamente combinate saranno utilizzabili per il consolidamento di materiali lapidei, in particolare per la pietra calcarea o arenaria, per superfici intonacate, per laterizi, per cemento, per legno duro e per marmi e manufatti in gesso; saranno utilizzate in solventi organici in maniera da assicurare bassa viscosità; i composti a base di silicio dovranno presentarsi incolori e saranno utilizzabili per arenarie, pietre silicatiche e su mattoni e intonaci; avranno una bassissima viscosità, per cui penetreranno profondamente anche in materiali poco porosi; alcuni composti potranno essere miscelati con silossani in modo da rendere idrorepellente il materiale trattato.

Tra i composti organici si annoverano anche le resine elastomero-fluororati (adatte al consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi non contengono stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, posseggono buone doti aggreganti e protettive e risultano permeabili e reversibili) e i polietilenglicoli o poliessietilene (da usarsi su legnami posti in ambienti protetti).

COMPOSTI INORGANICI

I composti inorganici avranno proprietà compatibili con il materiale al quale verranno applicati, saranno duraturi ma irreversibili e poco elastici e potranno ingenerare produzione di sali solubili: per questo il loro utilizzo sarà sempre da valutare con attenzione.

Tra tali composti va presa in considerazione la calce, che potrà essere usata come protettivo sulle malte aeree e come latte di calce sulle pietre calcaree (anche se non possiede proprietà consolidanti elevate); potranno rilevarsi dopo il trattamento con la calce depositi biancastri sulla superficie dei manufatti trattati, che andranno immediatamente rimossi per evitare che si stabilizzino irrimediabilmente.

L'idrossido di bario da impiegarsi sulle pietre calcaree e su intonaci affrescati allo scopo di bloccare il fenomeno di massificazione potrà produrre patine biancastre in superficie, avrà proprietà idrosolubili, basso potere consolidante e una scarsa azione protettiva nei confronti dell'acqua.

Impregnanti e idrorepellenti per la protezione e l'impermeabilizzazione

Tutti i prodotti che verranno utilizzati in cantiere per l'impermeabilizzazione corticale e per la protezione superficiale dei materiali dovranno avere requisiti atti a fronteggiare le necessità specifiche (protezione e/o idrorepellenza) e pertanto, una volta che siano state effettuate verifiche sulle loro prestazioni e adeguate prove su campionature per il riscontro delle caratteristiche elencate nelle schede tecniche, saranno messi in opera solo in caso di effettiva urgenza e necessità, con particolare riguardo per quelle parti del manufatto maggiormente esposte agli agenti meteorici e per quelle costituite da materiali porosi e con elevate proprietà di imbibizione.

Tali prodotti saranno in grado di penetrare nei materiali in profondità, in modo da evitare la formazione di pellicole superficiali, specie nelle zone con carenza di legante, saranno inoltre dotati di buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti meteorici, atmosferici e inquinanti oltre che di una buona resistenza chimica.

OLI E CERE NATURALI

Oli e cere naturali, a causa della loro bassa resistenza all'invecchiamento, nel caso in cui la loro applicazione venga ripetuta nel tempo, poiché l'iniziale idrorepellenza acquisita sparirà col tempo, avranno un'elevata capacità di protezione e conservazione.

L'olio di lino crudo, di colore giallo, sarà un prodotto grasso con proprietà essiccatrice e avrà l'85-90% di gliceridi derivanti da acidi grassi insaturi; per migliorarne ulteriormente le proprietà essiccatrice verrà sottoposto a un processo di cottura a temperature comprese tra i 150 e i 320°C, pertanto acquisterà un colore tendente al bruno rossastro e aumenterà la sua densità e la sua viscosità; sarà da utilizzare per l'impregnazione di legno, pavimenti e materiali in cotto.

Le cere naturali potranno avere provenienza animale o vegetale; in relazione alle cere animali, le più comuni sono quelle d'api ma alcune potranno anche provenire da cetacei.

La cera d'api, la più comune, avrà colore intenso, punto di rammollimento a 35°C e punto di fusione a 62°C circa; il suo pH sarà circa 20,7, sarà infiammabile pur non lasciando residui e sarà solubile in trementina a caldo ma insolubile in acqua; avrà altresì buone doti di permeabilità al vapore.

Le cere vegetali proverranno dal cotone, dal lino, dal tabacco o dalla palma del Brasile (cera carnauba, molto pregiata) e potranno essere grasse o magre, saranno solubili a caldo in solventi organici, per esempio in trementina o in acqua ragia, avranno punto di fusione a circa 85°C e saranno usate anche in aggiunta alla cera naturale grazie alle sue elevate proprietà di brillantezza.

CERE MINERALI O SINTETICHE

Le cere minerali o sintetiche sono ricavabili dalla lavorazione dei fossili e degli idrocarburi, pertanto sono prodotti chimici con caratteristiche visive del tutto dissimili da quelle delle cere naturali; potrà trattarsi di cere di provenienza polietilenica e polietilenglicolica, con proprietà solubili sia in acqua che in solventi organici, punto di fusione a 90-95°C e punto liquido a 105-110°C; dovranno avere buona stabilità chimica e termica, poiché nel trattamento dei materiali lapidei e porosi potrebbero provocare fenomeni di ingiallimento e di opacizzazione delle superfici trattate, potrebbero inoltre scolorire e essere attaccate da batteri e parassiti.

COMPOSTI ORGANICI

I polimeri acrilici e vinilici (ad esempio poliacrilati e resine viniliche) dovranno essere in grado, dopo l'applicazione, di generare un film solido impermeabile e aderente al supporto.

Potranno essere combinati con cariche, con pigmenti, con opacizzanti, con addensanti e con plastificanti.

Le resine poliuretaniche (sia termoplastiche che termoindurenti) dovranno possedere buone proprietà meccaniche e buona adesività, anche se a fronte difficilmente saranno in possesso di una bassa penetrabilità. Risulteranno molto efficaci come barriera al vapore e per gli sbarramenti verticali nella risalita di acqua nelle strutture murarie.

Le resine metacriliche saranno generalmente utilizzabili per iniezione allo scopo, oltre che di consolidamento strutturale, di bloccare nelle murature, anche in quelle interrato, il passaggio di acqua.

I perfluoropolietere saranno adatti alla protezione di manufatti in quanto non subiranno alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non varieranno le loro proprietà e saranno stabili ai raggi UV. L'alcool polivinilico sarà solubile in acqua nelle percentuali del 3-10%. L'acetato di polivinile, resina di tipo termoindurente, avrà punto di rammollimento a 150-180°C e una viscosità 180-240 mPas in soluzioni al 20% con temperature di 20°C; essa sarà usata in soluzione di alcool etilico o isopropilico oppure in una miscela di acqua e acido etilico denaturato, sempre nelle percentuali del 3-10%.

I composti a base di silicio (comunemente detti *siliconi*) si otterranno dal trattamento del silicio per derivazione chimica.

Tali protettivi siliconici dovranno possedere bassa tensione superficiale, bassa viscosità, buone proprietà di penetrazione, proprietà di idrorepellenza, resistenza chimico-fisica, traspirabilità e impermeabilità; la loro efficacia sarà legata al supporto sul quale saranno applicati e dovranno in ogni caso rispettare le prescrizioni contenute nelle raccomandazioni NorMaL 20/85.

Tali formulati dovranno sempre garantire un elevato potere di penetrazione, resistenza ai raggi ultravioletti e infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini, assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto traslucido, assenza di effetti filmanti, i quali potrebbero ridurre la permeabilità al vapore d'acqua (tale permeabilità dovrà essere superiore al 10% secondo norme DIN 52615); il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifiche autorizzazioni della direzione lavori e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto e a un'appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare.

I metil-siliconati di potassio o di sodio saranno sconsigliati per l'idrofobizzazione e il restauro di materiali lapidei carbonatici e intonaci di malte aeree, a causa della formazione (a seguito di reazione) di sali solubili; essi troveranno applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

Le resine siliconiche (comunemente dette silossani o polisilossani) dovranno essere in possesso di una buona stabilità agli agenti chimici (specie agli alcali), alle temperature e alle radiazioni UV e dovranno inoltre possedere un buon grado di traspirabilità (che eviterà il crearsi di un effetto pellicolante, con relativa occlusione dei pori), una buona elasticità e un'alta idrorepellenza e garantire infine l'assenza di formazione di sali solubili e di alterazione degli effetti cromatici. Si presteranno molto bene per l'impregnazione di manufatti dotati di elevata porosità.

I silani avranno struttura chimica simile alle resine siliconiche: utilizzati in particolari condizioni, consentiranno di ottenere ottime impregnazioni su supporti compatti e poco assorbenti; saranno generalmente utilizzati all'interno delle soluzioni prescelte in una percentuale del 20-40%.

L'utilizzo di alchil-silossani sarà adeguato per laterizi, materiali lapidei, tufo e intonaci realizzati con malta bastarda.

Altri prodotti:

Art. 10. Prodotti per la pulitura di materiali

Generalità

Gli interventi di pulitura saranno necessari all'eliminazione di tutte le patine degradanti anche se, come è noto, ogni singola azione di pulitura potrebbe generare effetti abrasivi sui materiali e sulla pellicola naturale generatasi nel tempo.

I singoli prodotti andranno utilizzati senza mai generalizzarne l'applicazione, partendo sempre da operazioni più blande per poi passare a quelle più aggressive.

La scelta dei prodotti per la pulitura delle superfici esterne di un edificio richiederà opportune analisi del degrado e del quadro patologico, in relazione alle cause intrinseche ed estrinseche che dovrebbero condurre all'utilizzo di quei materiali e alla consistenza materica dei manufatti. Seguendo le raccomandazioni NorMaL, dovranno perciò essere condotte tutte le indagini necessarie volte alla identificazione della natura del supporto e dell'agente patogeno, al fine di determinare il processo chimico che ha innescato il degrado; ogni prodotto potrà essere utilizzato soltanto dopo che siano state eseguite e campionate tutta una serie di prove applicative, secondo quelle che sono le disposizioni impartite. Solo a seguito di tali risultanze sarà possibile individuare e scegliere il prodotto più appropriato a partire da esplicite disposizioni della direzione lavori e sentiti gli organi preposti alla tutela del bene.

Sarà cura dell'appaltatore, il quale seguirà scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche dei materiali e le disposizioni di cantiere, assicurarne la conservazione e il corretto uso.

Acqua nebulizzata

L'acqua da utilizzare negli interventi di pulitura, soprattutto per quelli che interesseranno i materiali lapidei anche porosi, dovrà essere pura, dolce, priva di sali e di calcari, con pH neutro e durezza inferiore al 2%; dovrà essere deionizzata oppure distillata, completamente pulita e priva di particelle in sospensione in grado di danneggiare i materiali; per i calcarei teneri, l'acqua potrà essere più dura.

L'acqua dovrà subire un procedimento di nebulizzazione, in modo da scomporsi in piccole particelle di dimensioni comprese tra i 5 e 10 micron.

La deionizzazione dell'acqua potrà anche essere eseguita in cantiere mediante un'apparecchiatura che consentirà agli scambi ionici di prodursi con continuità, in modo che nel cantiere stesso non si abbiano interruzioni e variazioni nella produzione dell'acqua.

Il processo sarà ottenuto tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni (acide RSO_3H e basiche RNH_3OH). La macchina scambiatrice dovrà essere collegata a una motopompa in grado di trasportare l'acqua trattata ai nebulizzatori e agli ugelli, i quali saranno dotati di valvola regolatrice della pressione e dei flussi di uscita.

Per una buona riuscita della lavorazione e per evitare problemi di eccessiva imbibizione del manufatto e delle parti di manufatto sottoposte al trattamento, l'operatore dovrà muovere gli ugelli con moto moderato e uniforme, evitando stasi prolungate in quei particolari punti che potrebbero aumentare il rischio di abrasione del materiale.

Completato un ciclo, che non dovrà mai superare le 4 ore consecutive, sarà opportuno consentire ai materiali di asciugarsi e, se necessario, si potrà intervenire successivamente con altri passaggi.

In ogni caso, i corretti tempi di intervento e di applicazione saranno determinati su zone campione sottoposte a tempi crescenti concordati con la direzione lavori.

La deionizzazione non renderà comunque sterile l'acqua e pertanto, all'occorrenza, dovrà essere predisposto tale trattamento aggiuntivo: infatti per ottenere acque sterili si dovranno adoperare procedure fisiche adeguate.

Biocidi

Sono biocidi tutti quei prodotti in grado di eliminare muffe, alghe, muschi e licheni o altro tipo di patina biologica; potranno essere specifici per l'eliminazione di alcune particolari specie oppure potranno agire con ampio spettro.

Per le alghe verdi e per le muffe si potrà usare la formalina oppure una soluzione ottenuta con acqua ossigenata (25%) e ammoniaca.

Per alghe e microflora si potrà anche impiegare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro, da utilizzarsi in soluzione acquosa, da applicare a spruzzo, allo 0,5-2%.

Per muschi e licheni si potranno preparare soluzioni di ipoclorito di litio (raramente ipoclorito di sodio, in quanto altererebbe la patina cromatica) in acqua con percentuale dell'1-3% oppure acqua ossigenata a 120 volumi o, in alternativa, formaldeide in soluzione acquosa allo 0,1-1% con aggiunta di ossido di etilene.

Per i soli licheni, le soluzioni potranno essere composte da sali di ammonio quaternario e enzimi proteolitici sciolti in acqua all'1-2%.

Molti di questi prodotti non sviluppano un'azione persistente, pertanto gli agenti patogeni si riformeranno non appena la loro efficacia si sarà attenuata; per questa ragione si dovrà agire con utili applicazioni preventive.

Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata. Tale applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale tramite l'utilizzo di spatole, pennelli a setole rigide, bisturi e altri attrezzi: operazioni da svolgersi con estrema cautela, in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto.

Sostanze chimiche

In considerazione della provenienza sintetica dei prodotti da utilizzare, dovranno essere eseguite apposite prove e campionature, con diversi dosaggi e con diversi prodotti, in modo da poter valutare con sicurezza tutti gli effetti generabili sui materiali a partire dal loro impiego e l'effettiva efficacia che posseggono riguardo l'eliminazione di patine degradanti.

Nel caso in cui non potranno effettivamente essere sostituiti da altri materiali impiegabili nell'ambito di interventi meno aggressivi e più compatibili con il manufatto, questi prodotti chimici saranno adoperati con la massima cautela proprio a causa della loro pericolosità d'impiego.

Gli interventi saranno disposti e controllati dalla direzione lavori e dagli organi preposti alla tutela del bene e saranno localizzati solo dove effettivamente necessario, in modo da evitare interventi generalizzati.

Potranno essere usate sostanze basiche (per croste poco solubili, dure e resistenti) o sostanze acide (per efflorescenze, per sali solubili, per macchie di solfati anche ferrosi) o ancora sostanze attive e detergenti, come i saponi liquidi neutri, purché non producano schiuma.

Tutti questi prodotti dovranno essere diluiti nell'acqua di lavaggio, additivando anche inerti di vario tipo quali metilcellulosa, argilla, amido o altro, secondo quelle che sono le percentuali prescritte dalla direzione lavori; a ogni lavaggio dovrà alternarsi una passata di acqua deionizzata.

Impacchi di argille assorbenti

Le argille da adoperare, premesso che dovranno sempre essere disposte tutte le campionature e le prove così come esposte in precedenza, potranno essere la sepiolite e/o l'attapulgitte, poiché queste saranno in grado di agire senza generare effetti aggressivi sulla superficie oggetto di intervento.

La loro granulometria dovrà essere di 100-220 Mesh e sarà necessario vengano preparate mediante diluizione con acqua distillata o demonizzata, fino a ottenere una pasta mediamente densa dello spessore di 2-3 cm.

Negli impasti, al fine di ottenere i fanghi da applicare, dovrà essere presente urea (50 g ogni 1000 cm³ di acqua distillata) e 20 cm³ di glicerina.

L'operazione di pulitura mediante argille dovrà sempre essere preceduta da operazioni di rimozione di eventuali cere o patine grasse attraverso l'utilizzo di opportuni solventi, l'acetone per esempio, in modo da assicurare l'efficacia dell'operazione stessa.

Altri prodotti:

Art. 11. Materiali diversi

Fiber Reinforced Polymers (FRP)

Gli FRP sono sistemi compositi fibrosi di origine polimerica.

Saranno costituiti da un materiale base dotato di proprietà di resistenza avente una fitta struttura costituita da lunghe fibre ben accostate di diametro di 8 mm circa, alle quali in opera andrà aggiunto, a impregnazione con procedimento polimerico, un prodotto resinoso (resine epossidiche o resine poliesteri a due componenti con requisiti di bassa viscosità), allo scopo di tenere compatte tali fibre e di proteggerle dalle variazioni termiche e da eventuali attacchi chimici.

Le fibre potranno essere di quattro tipi, a seconda delle prescrizioni disposte in cantiere:

- fibre di carbonio;
- fibre di vetro;
- fibre aramidiche;
- fibre polivinilacoliche.

Additivi

Gli additivi per le malte e per i calcestruzzi, da utilizzare solo se prescritti in progetto o dalla direzione lavori, sono prodotti di derivazione sintetica che potranno essere impiegati nella composizione di malte e di calcestruzzi al fine di migliorarne alcune proprietà in vista di particolari esigenze.

Essi sono classificabili in:

- fluidificanti e super-fluidificanti: a base di polimeri, sono in grado di migliorare la lavorabilità dell'impasto; essendo infatti tensioattivi sono in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle che compongono la miscela e di conseguenza di diminuire l'attrito tra le particelle delle malte in fase di miscelazione; consentono peraltro di diminuire le quantità di acqua presenti nell'impasto;
- acceleranti: i più comuni sono i silicati o i carbonati di sodio o di potassio, sono in grado di aumentare la velocità di idratazione al fine di ottenere un più veloce processo di indurimento oppure una più veloce presa;
- ritardanti: possono essere sia di origine organica che inorganica; sono in grado di ritardare il processo di idratazione e quindi la presa, consentendo così di ottenere tempi di lavorabilità più estesi;
- espansivi: sono prevalentemente di origine organica, preconfezionati con proprietà antiritiro;
- aeranti o pirogeni: sono in grado di creare microsfeere d'aria a elevata stabilità all'interno delle malte e dei leganti, facendo sì che la presenza d'aria nell'impasto possa essere compresa tra il 4% e il 6% (come limite massimo del vuoto nel calcestruzzo); con le malte deumidificanti per intonaco tale percentuale può giungere anche al 30-40%.

In virtù della loro origine non naturale, per l'impiego di tali additivi sarà necessario l'assenso da parte degli organismi preposti alla tutela del bene; dovranno inoltre essere utilizzati esclusivamente nelle proporzioni prescritte o consigliate dalla ditta produttrice.

Per queste ragioni dovranno essere forniti in recipienti sigillati sui quali saranno indicati il nome del produttore, la data di produzione, i dosaggi e le modalità di impiego; dovranno rispondere ai requisiti e alle classificazioni riportate nelle norme UNI 7101 e UNI 8145.

Vetri e cristalli

I vetri e i cristalli impiegati negli interventi di restauro dovranno rispettare le dimensioni specificate nei progetti (con l'utilizzo di una sola lastra e non componendo più lastre se non espressamente richiesto).

In particolare i vetri risponderanno alle norme UNI 5832, 6123, 6486, 6487 e potranno essere:

- a spessore sottile (vetro semplice di spessore 1,8-2,2 mm);
- normale (vetro semi-doppio di spessore 2,8-3,2 mm);
- forte (vetro doppio di spessore 3,7-4,3 mm);
- spesso (mezzo cristallo di spessore 5-8 mm);
- ultraspeso (cristallo di spessore 10- 19 mm).

I vetri dovranno inoltre conservare uno spessore costante e una calibratura adeguata all'uso specifico che se ne dovrà fare; dovranno essere di prima qualità, presentare caratteri di trasparenza e uniformità e essere privi di difetti quali cavillature, alveolature, soffiature, particelle residue, macchie e ogni altro difetto visibile o invisibile ma comunque dannoso all'uso.

Per vetri lavorati a rilievo e stampati o per vetri realizzati all'antica, la valutazione della qualità sarà affidata in cantiere al direttore dei lavori; tali vetri potranno presentare superficie lucida o potranno essere disposti con lavorazioni superficiali quali sabbiatura, amidatura, ecc.

In relazione alle prestazioni, i vetri potranno essere: normali, temperati, stratificati o cristalli.

I vetri piani normali saranno adoperati singolarmente o in vetrocamera (ossia saranno costituiti da due lastre di vetro, di spessore disposto in progetto, unite lungo il perimetro con interposizione di distanziatore e adesivi, in maniera da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati) e risponderanno alle norme UNI 7171.

I vetri temperati risponderanno alle norme UNI 7142.

I vetri piani stratificati con proprietà antisfondamento risponderanno alle norme UNI 9186-87, quelli antiproiettile invece alle norme le UNI 9187-87.

Materiali ceramici

I prodotti ceramici comunemente usati per apparecchi igienico-sanitari (per i rivestimenti si rinvia al capitolo specifico) dovranno essere omogenei in tutta la loro struttura e in tutto il loro spessore. La superficie dovrà essere liscia e lucida e assolutamente non intaccata da abrasioni, rigature e da qualsiasi altro difetto visibile o pregiudicante la funzione, l'estetica e la durata nel tempo.

Gli apparecchi igienico-sanitari in ceramica dovranno rispondere alle norme UNI 4542, 4543, 4848, 4849, 4850, 4851, 4852, 4853, 4854.

Art. 12. Materiali impermeabilizzanti

Generalità

I materiali impermeabilizzanti potranno essere bitumi, cartongeltri bitumati, fogli e manti bituminosi prefabbricati, vernici bituminose, guaine in PVC.

Il tipo di materiale, le modalità di posa e il luogo in cui metterli in opera saranno disposti dalla direzione lavori in relazione alle particolari circostanze e alle particolari caratteristiche delle parti da salvaguardare.

Tutti i materiali dovranno rispondere a norme specifiche, dovranno essere di prima qualità e non dovranno presentare alterazioni, deformazioni, tagli e ogni altro vizio che ne pregiudichi l'efficacia e la durata nel tempo.

Dovranno inoltre essere sottoposti a tutte le prove richieste e prescritte dalle norme UNI 3838, 8202, in relazione al punzonamento, alla resistenza ai cicli termici, alla flessibilità, alla resistenza a trazione, allo scorrimento a caldo, alla impermeabilità all'acqua e alla lacerazione.

Sarà cura dell'appaltatore assicurarne la conservazione e il corretto uso, a partire dall'osservanza scrupolosa di tutte le indicazioni riportate sulle schede tecniche dei materiali e delle disposizioni di cantiere.

Bitumi

I bitumi dovranno rispondere alle norme UNI 4137 e, se caricati con polveri inorganiche o con fibre a effetto rinforzante alle norme UNI 4377-85, 5654-59.

Dovranno essere forniti in contenitori sigillati sui quali saranno riportate bene in vista la data di formazione e la data di scadenza, in modo da assicurare le prestazioni previste.

Cartonfeltri e cartonfeltri bitumati

I cartonfeltri e i cartonfeltri bitumati saranno costituiti da feltri di fibre di carta.

I cartonfeltri bitumati saranno impregnati e cilindati di bitume oppure solo ricoperti di bitume, anche con l'eventuale inserimento di piccole scaglie e di polvere di materiale minerale; risponderanno alle norme UNI 3682, 3888, 4157 e si presenteranno completamente integri, con superficie piana di colore nero.

I cartonfeltri dovranno garantire le caratteristiche descritte in tabella 3.

Cartefeltro						
Tipo	Peso a m ³ (g)	Contenuto di lana (%)	Contenuto di cotone, juta e altre fibre tessili naturali (%)	Umidità (%)	Potere di assorbimento in olio di antracene (%)	Carico di rottura a trazione nel senso longitudinale delle fibre su striscia 15x180 mm (kg)
224	224 ± 12	10	55	9	160	2,800
333	333 ± 16	12	55	9	160	4,000
450	450 ± 25	15	55	9	160	4,700

Cartonfeltro bitumato cilindato		
Tipo	Contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m ³ (g minimo)	Peso a m ³ del cartonfeltro (g)
224	233	450
333	348	670
450	467	900

Cartonfeltro bitumato ricoperto		
Tipo	Contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m ³ (g minimo)	Peso a m ³ del cartonfeltro (g)
224	660	1.100
333	875	1.420
450	1.200	1.850

Tabella 3 – Caratteristiche del cartonfeltro

Fogli e manti bituminosi

I fogli e i manti bituminosi saranno costituiti da membrane o guaine rinforzate con fibre di vetro o con materiale sintetico; oltre al bitume si potranno utilizzare in combinazione anche resine sintetiche, con l'ottenimento di membrane polimero-bituminose o elastomero-bituminose.

La faccia in vista potrà essere rivestita con fogli di alluminio o di rame di spessore minimo 5-8/100 mm oppure con frammenti di ardesia, di graniglia di marmo o di quarzo (dette generalmente guaine ardesiate); in tal caso risponderanno alle norme UNI 5302, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-40, 6718, 6825.

Vernici bituminose

Le vernici bituminose saranno ottenibili da bitumi mescolati a solventi organici che ne miglioreranno la fluidità; potranno presentare altresì polveri di alluminio o vernici sintetiche con effetto pigmentante. Verranno impiegate per proteggere i manti bituminosi.

Guaine in PVC plastificato

Le guaine in cloruro di polivinile (PVC) con caratteristiche plastificate dovranno rispondere alle norme UNI 8202/1-35, UNI 8629/1-6, UNI 8818-86, UNI 889811-7, UNI 9168-87, UNI 9307-88, UNI 9380-89.

Possiedono ottime caratteristiche di resistenza a trazione, ad allungamento e a rottura; inoltre, in relazione alla stabilità termica, dovranno presentare un'ottima resistenza alle variazioni di temperatura comprese in un *range* che va dai -20°C ai $+75^{\circ}\text{C}$.

Geotessuti

I geotessuti saranno ottenuti a partire dalla combinazione di fibre di poliestere tessute a doppio filo, ossia trama e ordito oppure del tipo tessuto-non tessuto (simili a feltri costituiti da filamenti disposti ad andamento casuale tenuti insieme con procedimento chimico, con procedimento termico o con procedimento meccanico); avranno una forte resistenza a trazione.

Guaine antiradice

Le guaine in PVC plastificato potranno essere collocate in luoghi nei quali sarà indispensabile una funzione antiradice; in tal caso potranno essere preparate aggiungendo all'impasto sostanze in grado di evitare l'attecchimento biologico.

Le prestazioni miglioreranno a partire dall'applicazione di un velo di vetro su una o due facce oppure si potranno realizzare delle guaine a più strati interponendo tessuto-non tessuto in poliestere costituito a filo continuo.

Avranno ottime capacità di resistenza rispetto agli effetti di penetrazione e di disgregazione perpetrati dalle radici, dai microrganismi, dai batteri che vivono nei terreni e comunque dalla vegetazione in generale.

Art. 13. Materiali termo-isolanti acustici

Generalità

I materiali termo-isolanti acustici possiedono un grado di bassissima conducibilità e pertanto devono rispondere prioritariamente alle norme UNI 7745.

Sono leggeri e maneggevoli, resistenti alle sollecitazioni meccaniche, all'invecchiamento e agli attacchi di microrganismi, insetti, lieviti, alghe, funghi, così da rimanere inalterati nel tempo e imputrescibili.

Sono incombustibili e stabili chimicamente, così da non generare alcuna emissione tossica in caso di incendio; sono inoltre inalterabili nella forma onde evitare alterazioni su quelle parti del manufatto sul quale sono collocati.

Sarà cura dell'appaltatore assicurarne la conservazione e il corretto uso, a partire dalla scrupolosa osservanza di tutte le indicazioni riportate sulle schede tecniche dei materiali e a partire dalle disposizioni di cantiere, nel rispetto delle norme nazionali e territoriali sull'isolamento termo-acustico.

Termo-isolanti artificiali

Gli isolanti termici di derivazione minerale (quali lana di roccia, lana di vetro, fibre di vetro, sughero, perlite, vermiculite e argilla espansa) dovranno rispondere ai requisiti delle norme UNI 2090-94, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-47, 6718-24.

Termo-isolanti sintetici

Gli isolanti termici prodotti con processo di sintesi chimica (quali polistirene espanso in lastre, polistirene espanso estruso, poliuretano espanso o altro materiale simile) faranno riferimento alle norme UNI 7819.

Art. 14. Tubazioni

Generalità

Tutte le tubazioni saranno realizzate con i materiali prescritti in progetto o disposti in cantiere dalla direzione lavori e risponderanno agli specifici regolamenti e alle specifiche norme previste in relazione all'uso e alla funzione che dovranno svolgere; in tal senso l'appaltatore dovrà rispettare anche la tipologia di colori indicata dalle specifiche norme UNI 5634.

Saranno utilizzati sempre tubi completamente intatti, privi di ogni genere di alterazione formale e funzionale in modo tale da garantire la tenuta nel tempo.

Riguardo alla posa l'appaltatore dovrà attenersi sempre alle disposizioni e alle precauzioni riportate nelle specifiche schede tecniche, con particolare riguardo ai sistemi di collegamento, alle saldature, ai giunti, alle fascette e a ogni altro sistema di connessione e di collegamento.

Se richiesto, la posa di tali tubi dovrà aver luogo dopo che si sarà provveduto a un'opportuna coibentazione.

La direzione lavori potrà prelevare, quando lo ritenga opportuno, dei campioni da sottoporre a prove a cura e spese dell'appaltatore e, qualora i risultati non soddisfacessero i criteri richiesti, l'appaltatore sarebbe costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, nonché al risarcimento dei danni diretti e indiretti.

Quanto ai tubi utilizzati per l'adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Tubi in ghisa

I tubi di ghisa da utilizzare in cantiere dovranno essere assolutamente privi di difetti sia in superficie che negli spessori e dovranno rispondere alle norme UNI 4544, 5007, 5336.

Saranno ottenibili a partire da processi di fusione che non creino alveoli, vuoti o altro e che siano in grado di garantire spessori costanti; se richiesto, saranno messi in opera anche quando trattati con resine o bitume al fine di migliorarne le prestazioni.

Tubi in acciaio

I tubi in acciaio potranno essere semplici o zincati.

Deriveranno da processi di trafilatura e saranno esenti da ogni genere di difetto, sia in superficie che negli spessori; rispetteranno inoltre le norme UNI 5447.

Dovranno possedere elevati requisiti di calibratura in modo da creare le migliori condizioni per l'assemblaggio e per il montaggio; nel caso di zincatura, dovrà essere assicurata una elevata e uniforme adesione del velo di zinco alle pareti e la superficie del tubo dovrà presentarsi pulita e priva di residui e risalti.

Tubi in rame

I tubi di rame saranno della serie A UNI 6597, oppure B UNI 6597.

Qualità del rame (Cu DHP UNI 549), dimensioni e spessore saranno rigorosamente conformi alla citata normativa UNI.

Tubi in gres ceramico

I tubi in gres saranno ricoperti sia internamente che esternamente da smalto vetroso.

Lo smalto dovrà essere perfettamente aderente alle superfici e risultare estremamente liscio, specialmente sulle superfici interne sulle quali scorreranno i fluidi; avrà durezza non inferiore a quella dell'acciaio e presenterà requisiti di inattaccabilità da parte di acidi e alcali.

Questi tubi dovranno derivare da processi di lavorazione e di cottura in grado di garantire che la struttura interna si mantenga omogenea, priva di cavillature e di alveoli tanto che, percuotendoli leggermente, dovranno emettere un suono pulito.

Ogni tratto di tubo dovrà possedere resistenza alla pressione interna di almeno tre atmosfere; le superfici dovranno essere prive di risalti, di screpolature e di ogni altro vizio visivo e funzionale.

I tubi dovranno essere cilindrici e perfettamente rettilinei con collegamenti terminali a innesto, a bicchiere o a manicotto: dovranno in ogni caso possedere requisiti tali da consentire un'adeguata giunzione e un'adeguata tenuta tra i singoli elementi.

La superficie interna dovrà essere particolarmente omogenea, compatta, dura e impermeabile.

Per le norme di accettazione si farà riferimento alle vigenti norme ASSORGRES.

Tubi in cemento

I tubi in cemento dovranno essere realizzati con malta di calcestruzzo ottenuta a partire da elevate quantità di cemento alle quali sarà aggiunta ghiaia molto fina, in modo tale che i due materiali siano tra loro molto solidarizzati.

I tubi in cemento dovranno presentarsi lisci, perfettamente rettilinei e con sezione interna perfettamente circolare, in modo da assicurare le connessioni; lo spessore dovrà essere uniforme e dovranno essere del tutto assenti difetti funzionali, anche minimi, che potrebbero pregiudicarne la funzione, la resa e la resistenza nel tempo.

Al momento del loro utilizzo, pertanto, dovranno essere ben stagionati, privi di screpolature, crinature, scheggiature e di qualsiasi altro vizio, in particolare in corrispondenza dei giunti.

Le superfici interne dovranno essere adeguatamente trattate e lisciate.

Tubi in policloruro di vinile (PVC)

I tubi in PVC dovranno rispondere alle norme UNI 7441-47.

Dovranno sempre presentare sulla superficie esterna tutte le indicazioni relative alla ditta produttrice e al diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla che le distingua da quelle destinate a altri usi, così come disposto dalla Circ. Min. Sanità n. 125, 18 luglio 1967.

I tubi in PVC dovranno rispondere a quanto stabilito nelle norme UNI 5443, 5444.

Tubi in polietilene (PE)

I tubi in polietilene (PE) possono essere a alta densità o a bassa densità e pertanto risponderanno rispettivamente alle norme UNI 7611, 7612-13-15 e alle norme UNI 6462-63.

Saranno realizzati con puro polietilene reso stabile mediante aggiunta di nero fumo in una percentuale del 2-4% rispetto all'impasto; in considerazione dell'uso che se ne dovrà fare, dovranno risultare assolutamente atossici e infrangibili e il loro spessore dovrà essere funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2,5 4,6 10).

I tubi in polietilene potranno anche essere ad alta densità (PEAD PN 16) e saranno pertanto realizzabili a partire dalla polimerizzazione dell'etilene, in conformità con la normativa vigente; dovranno inoltre avere resistenza a trazione non inferiore a 9,8/14,7 N/mm² (100/150 kg/cm²) a seconda del tipo (bassa o alta densità) e resistenza a temperature comprese tra - 50°C e + 60°C.

Tubi drenanti in PVC

I tubi drenanti in PVC risponderanno alle norme DIN 16961, DIN 1187, e DIN 7748.

Saranno realizzati in modo da risultare duri ma al contempo elastici, rispondendo così ai requisiti richiesti per il loro funzionamento.

Art. 15. Materiali per impianti idrosanitari

Generalità

Tutti i materiali, i componenti, le raccorderie, gli accessori, le apparecchiature che costituiranno gli impianti dovranno essere conformi alla normativa vigente e, nello specifico, a tutte le norme UNI. La direzione lavori potrà disporre il prelievo di campioni di materiali approvvigionati in cantiere nelle quantità ritenute opportune, al fine di sottoporli a prove e controlli che, a spese dell'appaltatore, saranno eseguiti presso laboratori accreditati; a seguito di tali accertamenti saranno poi certificati, in modo da fornire un riscontro dei dati oggetto della verifica e la conseguente accettazione. Anche le prove dovranno rispettare la normativa UNI specifica.

Qualora la direzione lavori dovesse rilevare discrepanze tra i requisiti posti alla base del progetto e le risultanze delle prove di laboratorio, l'appaltatore dovrà provvedere alla rimozione del materiale ritenuto non idoneo e sostituirlo con quello prescritto.

Rubinetti e valvole

Tutte le rubinetterie, le valvole e ogni altro genere di accessorio, dovranno essere conformi alla normativa UNI di riferimento. Dovranno in ogni caso avere in posizione di chiusura una resistenza alla pressione statica non inferiore alle 15 atm, mentre in posizione di apertura completa, sotto carico di 0,5 atm, dovranno assicurare una portata minima di 5 l al minuto.

Per le prove di collaudo si farà riferimento alle norme UNI 6884 e 7125.

Raccorderie

I raccordi potranno essere saldati e non saldati; saranno in ghisa malleabile e potranno essere forniti sia con zincatura che privi di zincatura.

Dovranno rispondere alle grandezze dimensionali definite dalle norme UNI 5192 e 5212.

Contatori

I contatori potranno essere per acqua fredda o per acqua calda.

Saranno costruiti con materiali adeguati alla loro funzione, saranno estremamente sensibili, corretti e ben tarati in modo da garantire misurazioni esatte; dovranno altresì possedere ottima resistenza meccanica e strutturale.

I contatori per acqua fredda potranno essere a turbina o a mulinello e faranno riferimento alla normativa UNI 1064, 1067, 1073, 1074, 1075, 1077, 2223, 2229.

I contatori per acqua calda avranno le stesse caratteristiche di quelli per acqua fredda, ma i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100°C.

Apparecchi igienico-sanitari

Tutti gli apparecchi igienico-sanitari in materiale ceramico, in metallo, in plastica o in altro materiale, dovranno essere conformi alle norme UNI.

Tali apparecchi potranno essere realizzati in materiale ceramico di prima qualità, in porcellana dura (*vitreous china*) oppure in grès porcellanato (*fire clay*).

Per quanto concerne i requisiti di collaudo e di accettazione dovranno rispondere alle norme UNI 4543, 5712-18, 6722-25, 7273, 6900.

Corpi scaldanti

I corpi scaldanti saranno realizzati in elementi componibili in ghisa, in alluminio oppure in acciaio, a seconda delle prescrizioni da seguire.

Potranno essere forniti già verniciati oppure, prima del montaggio, dovranno essere verniciati in opera con due mani di vernice antiruggine e una vernice del tipo e del colore prescritto.

I ventilconvettori saranno ad acqua, i radiatori invece a scarico bilanciato e avranno la forma e la dimensione stabilite nel progetto termico.

I corpi scaldanti saranno corredati di valvola a doppia regolazione con volantino e detentore a vite. All'uscita delle tubazioni dalle murature dovranno installarsi borchie di protezione.

Art. 16. Materiali per impianti elettrici

Generalità

Tutte le apparecchiature e i materiali da mettere in opera dovranno essere conformi alle norme vigenti e ai regolamenti specifici previsti per tali impianti, nonché alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI e alle tabelle CEI-UNEL.

I materiali per impianti elettrici, inoltre, dovranno essere certificati con la presenza del marchio IMQ nei casi in cui ciò sia previsto; dovranno essere forniti perfettamente integri e privi di qualunque vizio o difetto che potesse risultare dannoso per il funzionamento degli impianti stessi.

Saranno adeguatamente resistenti alle azioni meccaniche, ai fenomeni di corrosione, all'umidità e agli agenti termici, in modo da assicurare un'elevatissima garanzia, specie in esercizio.

La direzione lavori potrà disporre campionature che dovranno essere tenute in cantiere per le opportune verifiche; qualora l'appaltatore dovesse rilevare discrepanze tra i requisiti posti alla base del progetto e le risultanze delle prove di laboratorio, potrà e dovrà provvedere alla rimozione del materiale ritenuto non idoneo e sostituirlo con altro materiale rispondente a tali requisiti.

Cavi e conduttori

I cavi da utilizzare negli impianti elettrici, compresi i cavi relativi a circuiti di segnalazione e comando, dovranno avere requisiti idonei alla tensione nominale prevista nella rete e a quella di messa a terra e dovranno inoltre rispondere alle norme di isolamento previste dalle norme CEI-UNEL, tramite l'utilizzo di gomme vulcanizzate o di materiali autoestinguenti in grado di rispondere in modo adeguato alle elevate temperature.

I conduttori da utilizzare dovranno rispondere alle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di riferimento CEI-UNEL 00722-74 e 00712, in particolare: per i conduttori neutri si dovrà avere una colorazione blu chiaro, per quelli di protezione il bicolore giallo-verde, per i conduttori di fase i colori nero, grigio cenere e marrone.

Le sezioni dei cavi dovranno essere calcolate in relazione al carico e alle dimensioni del circuito.

Le sezioni minime dei conduttori neutri, di terra e di protezione faranno riferimento alle norme CEI 64-8 e alla tabella 4.

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm) ²	Sezione minima del conduttore di terra facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm) ²	Sezione minima del conduttore di terra non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm) ²
Minore o uguale a 16	Sezione del conduttore di fase	25 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto
Maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
Maggiore di 35	Metà della sezione del conduttore di fase	Metà della sezione del conduttore di fase

Tabella 4 - Norme per conduttori neutri, di terra e di protezione

I cavi in aria, installati singolarmente, dovranno essere autoestinguenti e pertanto dovranno rispondere alla prova di propagazione del fuoco di cui alle norme CEI 30-35.

In particolare, quando sono raggruppati in ambiente chiuso a rischio di incendio, essi devono possedere i requisiti di cui alle norme CEI 20-22, con particolare riguardo per i luoghi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione.

In tal caso nell'impianto devono essere installati cavi a bassa emissione di fumi oppure si dovranno adottare accorgimenti di posa che convogliano i fumi fuori dai locali, tutto secondo le norme CEI 20-37 e 20-38. Qualora i cavi degli impianti vengano installati in ambienti chiusi e si accompagnino a apparecchiature sensibili agli agenti corrosivi, quali gas tossici o corrosivi, essi dovranno avere i requisiti previsti dalle norme CEI 20-37 e 20-38.

La sezione del conduttore di terra dovrà essere maggiore rispetto a quella del conduttore di protezione, con i minimi di sezione in mm² di seguito elencati:

- conduttore di terra protetto da corrosione non meccanicamente: 16 per rame, ferro e zinco;
- conduttore di terra non protetto da corrosione: 25 per rame, 50 per ferro e zinco;
- conduttore di terra protetto meccanicamente: norme CEI 64-8/5 art. 543.1.

Canalizzazioni

Tutti i conduttori dovranno essere protetti in modo da non subire danni derivanti da azioni meccaniche.

Si potranno utilizzare tubazioni in materiale termoplastico (rigido o flessibile) o in metallo, purché rispondenti alle norme CEI 64-8 e purché permettano lo sfilamento dei cavi e l'integrazione di altri cavi in caso di ampliamento dell'impianto; potranno consistere in canalette passacavi di produzione industriale o appositamente progettate, battiscopa particolari, condotti, cavedi o cunicoli.

Le canaline metalliche dovranno possedere i necessari collegamenti di terra.

Apparecchiature per comandi ed interruttori

Tutte le apparecchiature di comando, le prese, gli interruttori e altri componenti simili, dovranno avere requisiti che li rendano in grado di sopportare i carichi di esercizio dell'impianto, pertanto saranno realizzati con idonei materiali isolanti in grado di disperdere il calore.

Potranno essere modulari e componibili, sia messi in opera a incasso nelle murature che singoli e, se di tipo storico, messi a sporgere rispetto al filo della parete, purché rispondenti ai requisiti tecnici e normativi vigenti.

In ogni caso dovranno essere in grado di impedire il surriscaldamento e dovranno essere ben ancorati alle pareti, in modo da evitare pericolosi distacchi; per i collegamenti si adopereranno morsettiere idonee realizzate in materiale plastico o in materiale ceramico.

Gli interruttori dovranno avere portata di 10A-16A, a seconda dei casi.

Le prese saranno provviste, al fine di rispettare le norme di sicurezza, di fori dotati di schermatura.

Materiali vari

Ogni altro materiale da utilizzare negli impianti elettrici dovrà essere idoneo all'ambiente specifico e alle funzioni che all'interno si svolgeranno; tali materiali dovranno rispondere a specifici requisiti di sicurezza e di buon funzionamento, oltre che essere di ottima qualità.

Tutti gli apparecchi e i corpi illuminanti dovranno essere realizzati con componenti dotate di marchio IMQ.

PARTE IV

MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E DELLE LAVORAZIONI

INDAGINI PRELIMINARI

Art. 1. Indagini preliminari ai lavori di restauro e di conservazione¹

Generalità

Le indagini preliminari ai lavori di restauro, di conservazione, di recupero e di ristrutturazione che verranno applicate su edifici o manufatti esistenti saranno tese all'acquisizione di conoscenze più estese riguardo a quelle che sono le caratteristiche della costruzione (o di quella parte di costruzione) sulla quale si dovrà intervenire.

Tali operazioni saranno finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione delle informazioni e dei dati inerenti la reale natura del materiale e il relativo stato di conservazione, in modo tale da completare e sottoporre a verifica il quadro conoscitivo degli eventi patologici posto alla base del progetto.

In particolare, sui manufatti di interesse storico-artistico si approfondirà con particolare riguardo quello che è lo stato delle alterazioni, il livello di degrado e gli eventuali dissesti, in sintonia con quanto previsto nelle Linee Guida² – Capitolo 4, “Conoscenza del manufatto”, raccogliendo tutte quelle informazioni necessarie a comprendere le componenti, le stratificazioni e le variazioni avvenute nel tempo.

Qualunque tipo di indagine, anche quelle già previste in progetto, dovrà essere discussa e approvata dalla direzione lavori. L'appaltatore eseguirà il ciclo di indagini predisposto e concordato seguendo le disposizioni ricevute, nel rispetto delle caratteristiche della costruzione previa autorizzazione degli enti preposti alla tutela del bene oggetto di indagine.

Considerata, dunque, la presenza di ponteggi e di mezzi di cantiere, prima di iniziare qualunque tipo di operazione, sia essa di demolizione/rimozione che conservativa, l'appaltatore eseguirà le indagini conoscitive prediligendo sempre quelle non distruttive o poco distruttive, in modo da non pregiudicare la conservazione del manufatto e di tutte le sue parti, avendo cura di non alterare le condizioni originarie e seguendo le indicazioni contenute nelle Raccomandazioni NorMaL vigenti, disposte dall'Istituto centrale del restauro di Roma.

Tipologie di indagini

Le indagini potranno interessare vari materiali quali pietre, terrecotte, intonaci e malte, legnami, metalli, calcestruzzi e rivestimenti; esse potranno essere condotte secondo differenti livelli di approfondimento:

- ispezione visiva diretta;
- analisi chimica;
- analisi fisica;
- analisi biologica;
- analisi meccanica.

Le indagini sono classificate in base al grado di deterioramento che possono provocare sul materiale della costruzione oggetto d'esame.

PROVE NON DISTRUTTIVE

Le prove non distruttive verranno realizzate in situ senza che avvenga prelievo e asportazione di materiale. Alcuni esempi di tale tipologia di prove sono: rilievo diretto, telerilevamento fotografico (normale, agli infrarossi, fotogrammetrico) e topografico, termografia, magnetometria, colorimetria, indagini soniche e ultrasoniche, rilievo della luminosità, rilevamenti radar e georadar, rilevamenti delle temperature dell'aria e dell'umidità, degli inquinanti atmosferici, rilevamenti dei dissesti mediante fessurimetri, microdime, ecc.

¹ Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi, forniture (codice De Lise), Decreto Legislativo 163/2006 – Titolo I Capo IV Sez. I artt. 93-96, Titolo IV Capo II artt. 197-205.

² Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, luglio 2006.

PROVE POCO DISTRUTTIVE

Le prove poco distruttive verranno realizzate prelevando piccoli frammenti di materiale (intonaco, malta, scaglie di materiale, ecc.) da parti degradate o già distaccate oppure effettuando piccoli fori.

Alcuni esempi di tale tipologia di prove sono: endoscopia, prove chimiche sulle malte, sugli intonaci e sulle patine, analisi microscopiche (microscopio ottico e a scansione), analisi spettrometriche o spettrofotometriche, analisi per definire la granulometria e la porosità, l'imbibizione e l'assorbimento.

PROVE DISTRUTTIVE

Le prove distruttive in alcuni casi sono necessarie al fine di verificare lo stato interno di alcuni componenti della costruzione e la loro resistenza.

Alcuni esempi di tale tipologia di prove sono: martinetti piatti per verifica della resistenza e dei carichi, carotaggi per prove meccaniche e per verifiche della consistenza dei materiali.

Modalità esecutive delle indagini

Per l'esecuzione delle indagini l'appaltatore dovrà fare uso di strumentazioni, apparecchiature e macchine che sia per dimensioni che per maneggevolezza che per sistema e principio di funzionamento, garantiscano lo svolgersi delle loro mansioni senza che venga arrecato alcun danno allo stato originario dei luoghi, prediligendo quelle attrezzature che consentano il più elevato grado di attendibilità dei risultati, un tempo d'uso più limitato e un inferiore grado di distruzione.

Le indagini dovranno essere svolte da personale specializzato e, qualora venga ritenuto necessario per particolari tipologie di indagini, l'appaltatore potrà affidarsi a istituti o laboratori specializzati e riconosciuti, i quali procederanno allo svolgersi delle operazioni secondo quelle che sono le indicazioni contenute nelle Raccomandazioni UNI-NorMaL vigenti, disposte dall'Istituto centrale del restauro di Roma.

Una volta concluse le indagini, l'appaltatore provvederà alla rimessa in pristino e alla pulizia del manufatto e dei luoghi eliminando ogni residuo di lavorazione inopportuno.

I rilievi fotogrammetrici e topografici e, in linea generale, tutti i sistemi di telerilevamento a ripresa superficiale dovranno essere eseguiti con la strumentazione idonea al tipo di indagine richiesta, con la indicazione precisa dei criteri utilizzati durante l'operazione di rilevamento; dovranno comprendere, inoltre, l'elaborazione, la restituzione grafica e la descrizione analitica e fotografica dell'oggetto rilevato, includendo altresì valutazioni, espresse nel modo più comprensibile possibile, dei risultati ottenuti in modo da creare le condizioni per una corretta interpretazione delle informazioni relative allo stato dei luoghi.

Le apparecchiature stereometriche per i rilievi fotogrammetrici e per i rilievi topografici, una volta corrette le distorsioni, consentiranno di tradurre i punti rilevati in coordinate numeriche e, mediante opportune elaborazioni, restituiranno i dati nella scala di rappresentazione grafica richiesta.

Le apparecchiature per la termovisione e la termografia consentiranno il rilevamento e la registrazione delle mappe dei ponti termici, dell'umidità e delle condense, quelle delle discontinuità strutturali e dei materiali, nonché le mappe delle aggressioni biologiche.

Le strumentazioni per la magnetometria (per esempio il metal-detector o il rilevamento mediante corrente alternata attraverso sonda) consentiranno di rilevare la presenza di materiali ferrosi non immediatamente visibili.

Le apparecchiature per le indagini soniche e ultrasoniche (segnale sonico) e le strumentazioni per le indagini radar e georadar (segnale radio) consentiranno di individuare il grado di integrità di una muratura o di una sua porzione, di rilevare vuoti e fessure, punti di discontinuità e stratificazioni murarie.

I fessurimetri a lettura diretta e le microdime a lettura analogica consentiranno di rilevare e controllare fessure e dissesti. I dati registrati saranno custoditi e restituiti in modo chiaramente leggibile.

Le indagini endoscopiche condotte con strumenti ottici (sia elettronici che a fibre ottiche) saranno eseguite, mediante fori di piccolissimo diametro, su quei punti mediante i quali si arrecherà il minore danno possibile all'elemento architettonico da indagare; esse consentiranno di rilevare condotti o cavedi di ogni dimensione, canne fumarie, intercapedini o appoggi di solai.

Le prove meccaniche in situ con martinetti piatti verranno eseguite su quei punti mediante i quali si arrecherà il minore danno possibile alla struttura (i ricorsi di malta); tali prove consentiranno di apprendere quali siano

i parametri meccanici necessari al consolidamento statico (stato tensionale, deformabilità e resistenza alle varie sollecitazioni).

I carotaggi verranno realizzati in numero strettamente necessario, saranno del diametro minimo previsto per il materiale da indagare e saranno praticati nei luoghi meno invasivi ai fini della preservazione del bene architettonico; verranno realizzati con macchine carotatrici dotate di punta al *widian* con funzionamento a sola rotazione, in modo da evitare la percussione che avrebbe effetti negativi sulla struttura, e utilizzando acqua per il raffreddamento: saranno adottate tutte le precauzioni necessarie a evitare che l'acqua di raffreddamento diventi fonte di danneggiamento e di alterazione. Tutte le carote estratte saranno numerate e catalogate in appositi contenitori di conservazione.

L'appaltatore dovrà provvedere alla chiusura dei fori mediante un'opportuna iniezione di malta, secondo le prescrizioni della direzione lavori, mentre la superficie del paramento verrà sigillata mediante la porzione più esterna di carota estratta adoperando malta di sigillatura ottenuta attraverso la miscelazione con la polvere risultante dal carotaggio.

Ogni tipo di indagine eseguita dovrà essere documentata con grafici, diagrammi, fotografie e quanto altro sia inerente a ogni specifico tipo di indagine, al fine di ottenere una corretta e completa documentazione dei risultati delle rilevazioni.

Indagini per l'esecuzione di impianti

Prima e durante le operazioni di rimozione e di demolizione si dovranno individuare e graficizzare le reti impiantistiche, i vuoti, i cavedi, le canne fumarie e ogni altro elemento esistente che possa essere utile per la realizzazione delle nuove reti impiantistiche.

In particolare si dovranno individuare i punti di passaggio preferenziali, sia orizzontali che verticali e quelli con impossibilità di riutilizzo, valutando la loro effettiva riproposizione nell'ambito del nuovo progetto tecnologico degli impianti, garantendo la sicurezza strutturale, il rispetto delle norme impiantistiche vigenti e la conservazione di elementi e di tecniche di pregio o di valore storico-artistico.

Si preferirà la realizzazione di reti impiantistiche a vista in modo che arrechino poco danno alla compagine muraria e strutturale della fabbrica e in modo che siano improntate a certi criteri di flessibilità per eventuali futuri adattamenti, miglioramenti e trasformazioni.

Altre descrizioni:

Art. 2. Scavi, rinterri e rilevati**Generalità**

Nel cantiere di restauro gli scavi e i rinterri di ogni genere che si renderanno necessari, specie in prossimità di strutture in elevazione, dovranno essere realizzati con l'opportuna cautela e con l'uso di utensili e di macchine di adeguate dimensioni, in modo tale da non danneggiare in alcun modo nessuna parte di costruzione.

Gli scavi potranno essere realizzati a mano o con mezzi meccanici, compatibilmente con le condizioni dei luoghi e non dovranno causare insorgenze di danni alle strutture murarie adiacenti.

Tali scavi saranno eseguiti secondo le indicazioni di progetto e nel rispetto della relazione geologica/geotecnica, nonché secondo le particolari prescrizioni che in fase esecutiva verranno fornite dalla direzione lavori.

L'appaltatore, responsabile di ogni eventuale danno a persone o cose, avrà cura di predisporre gli opportuni accorgimenti al fine di impedire franamenti, scoscendimenti di terreno e ribaltamenti di mezzi.

Lungo le zone di scavo, siano essi di sbancamento, di splanteamento o si tratti di trincee, disporrà barriere e segnalazioni atte a impedire traffici veicolari, i quali potrebbero causare fenomeni di franamento delle pareti.

L'appaltatore rimuoverà a sue spese ogni eventuale materiale franato e convoglierà altrove tutte le acque di superficie che si trovano nelle zone di scavo, in modo che non si riversino all'interno dei bacini di scavo.

Qualora si sia in presenza di acque sorgive o filtranti e non sia possibile far defluire naturalmente l'acqua, ovvero nei casi in cui, sia naturalmente che dopo parziale prosciugamento, le acque si stabiliscano nei cavi, gli scavi saranno valutati come scavi che si svolgono in presenza di acqua, poiché includono 20 cm dal livello di falda (quindi con presenza costante di acqua pari a 20 cm); per livelli al di sotto di 20 cm dal livello di falda saranno considerati e valutati come scavi subacquei.

Con nastri segnalatori a bande bianche e rosse l'appaltatore circoscriverà il perimetro dello scavo e, per evitare danni a persone o animali, disporrà parapetti di protezione di altezza minima di 100 cm.

Qualora il parapetto sia posto in prossimità del bordo di scavo sarà necessario munirlo di tavole fermapiEDE. La direzione lavori potrà dare disposizioni sui materiali risultanti dalle operazioni di scavo; tali materiali, se dotati di caratteristiche idonee, potranno essere riutilizzati nello stesso cantiere oppure rimossi in opportune discariche pubbliche o in altre aree idonee al caso a cura e spese dell'appaltatore.

I materiali da riutilizzare in cantiere per rinterri o tombamenti, in accordo con la direzione lavori, saranno depositati in maniera da non costituire intralcio durante le lavorazioni e non pregiudicheranno in alcun modo lo stato di conservazione dei luoghi e della costruzione, consentendo una circolazione sicura all'interno del cantiere.

Tali materiali dovranno essere disposti lontano dai cigli di scavo oppure, in caso di impossibilità, si dovrà provvedere a puntellare le pareti e a disporre un adeguato sopralzo.

Tipo di terra	Angolo limite di stabilità		
	In condizioni asciutte	In condizioni di umidità	In presenza d'acqua
Rocce dure	80-85	80-85	80-85
Rocce tenere	50-55	45-50	40-45
Pietrame	45-50	40-45	35-40
Ghiaia	35-45	30-40	25-35
Sabbia grossa	30-35	30-35	25-30
Sabbia fine	25-30	30-40	20-30
Sabbia argillosa	30-40	30-40	10-25
Terra vegetale	35-45	30-40	20-30
Argilla e marne	40-50	30-40	10-30
Terre forti	45-55	35-45	25-35

Tabella 1 - Angoli limite di stabilità dei vari tipi di terra

Scavi di sbancamento

Gli scavi di sbancamento (o di splanteamento) saranno a sezione aperta, dotati di rampe provvisorie per l'allontanamento senza sollevamento dei materiali di scavo e serviranno per la predisposizione del terreno sul quale sorgeranno platee di fondazione di manufatti oltre che per la formazione di piani per trincee stradali, scantinati, rampe, vespai, terrapieni, cortili e giardini.

Onde prevenire possibili franamenti, nell'esecuzione di questi sbancamenti le pareti del fronte di scavo avranno inclinazione e andamento adeguate alla natura del terreno.

Gli ammassi compatti e i massi affioranti in rischio di caduta saranno rimossi; in caso di fronti di scavo di altezza considerevole (superiore a 150 cm) sarà interdetto lo scavo a mano oppure si procederà con andamento a gradoni, avendo cura in ogni caso di impedire ai lavoratori soste inopportune in quei raggi d'azione e lungo i bordi di scavo.

Nella esecuzione di detti scavi verrà adottata ogni misura di cautela al fine di impedire insorgenze di danni alle strutture adiacenti; nel caso di danneggiamenti causati da maldestra esecuzione, i lavori per il ripristino si svolgeranno a spese dell'appaltatore.

Scavi di fondazione

Gli scavi di fondazione avranno andamento incassato e sezione ristretta; serviranno per la realizzazione di opere di fondazione (muri e pilastri) o per fossi, vespai perimetrali, cunette e condutture per servizi (fognature, rete idrica, rete del gas, ecc.).

L'appaltatore realizzerà detti scavi attenendosi alle indicazioni di progetto (che potranno essere anche solo indicative) e a ogni altra indicazione aggiuntiva così come verrà disposta dalla direzione lavori in fase esecutiva, raggiungendo la profondità di scavo necessaria senza fare eccezione alcuna o nessuna particolare richiesta.

Il lavoro sarà compensato in base a quanto effettivamente svolto e secondo i criteri previsti nei prezzi di contratto o secondo quanto concordato.

Le pareti di scavo avranno adeguata inclinazione rispetto alla natura e allo stato del terreno, onde evitare franamenti di materie all'interno dei cavi. Nell'impossibilità di ottenere il corretto angolo di stabilità per esiguità di spazio o per qualunque altra ragione che non crei le condizioni affinché si abbiano sufficienti garanzie di consistenza (per esempio qualora il terreno risulti non compatto a causa di precedenti scavi o sia sottoposto a vibrazioni continue), onde impedire tali franamenti, verranno realizzate adeguate strutture provvisorie (sbatacchiature, delle quali si tratterà in seguito).

Potranno essere inoltre adottate specifiche tecniche idonee al caso, quali i congelamenti preventivi e il *jet-grouting*. In ogni caso gli interventi provvisori dovranno essere efficaci per tutta la durata delle operazioni e garantire l'incolumità e la salvaguardia di persone e cose.

I piani di fondo degli scavi saranno orizzontali, adeguatamente livellati; nel caso di piani inclinati, si procederà a gradoni.

Potranno essere rimossi solo quei legnami delle strutture provvisorie che non dovessero rendersi indispensabili sulle pareti degli scavi, affinché sia assicurata l'assenza dell'insorgere di danni e pericoli.

In caso contrario, secondo il giudizio della direzione lavori, tali legnami dovranno essere lasciati definitivamente all'interno degli scavi.

Profondità (cm)	Larghezza minima (cm)
Fino a 150	65
Fino a 200	75
Fino a 300	80
Fino a 400	90
Fino a 500	100

Tabella 2 – Profondità e larghezza dei legnami

Scavi di ricognizione e accertamento

Se esplicitamente richiesto dalla direzione lavori, verranno eseguiti scavi finalizzati alla ricognizione dei luoghi e delle quote e all'accertamento delle condizioni dei luoghi stessi.

Tali lavori saranno preceduti da piccoli sondaggi localizzati per accertare eventuali presenze di precedenti pavimentazioni; l'esito di questi sondaggi sarà determinante nella scelta sull'utilizzo di mezzi meccanici o di scavi da effettuare a mano. In ogni caso i lavori saranno eseguiti da personale tecnico specializzato che seguirà scrupolosamente le indicazioni della direzione lavori e adotterà la necessaria cautela al fine di evitare pericolose rotture o danneggiamenti agli strati sottostanti.

La direzione lavori disporrà l'eventuale riutilizzo dei materiali rimossi, che saranno depositati in luogo adeguato e concordato affinché non provochino intralcio ai lavori e alla circolazione e non arrechino danno ai luoghi.

Scavi archeologici

Gli scavi archeologici sono irreversibili e pertanto andranno eseguiti a mano e con le opportune cautele, alla presenza del personale preposto alla sorveglianza (il direttore di scavo) e seguendo i dovuti criteri scientifici oltre che le direttive dell'UNESCO.

Prima di iniziare i lavori sarà necessario disporre di tutte le autorizzazioni del caso.

L'appaltatore delimiterà la superficie interessata e realizzerà la preventiva quadrettatura dell'area di scavo; per l'esecuzione dei lavori utilizzerà personale specializzato e attrezzature adeguate.

Le tecniche di scavo si differenzieranno a seconda della natura del terreno e delle giaciture degli strati, della collocazione dei manufatti affioranti e dei reperti rinvenuti; sarà cura della direzione lavori o del direttore di scavo dare le adeguate disposizioni a cui l'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente.

Si procederà comunque per strati di sedimentazione, dopo che saranno state registrate scientificamente su apposite schede, fotografate e restituite sotto forma grafica, tutte le informazioni rinvenute riguardo a ogni strato. Le terre saranno opportunamente vagliate e ai reperti saranno apposte cartellinature contenenti i riferimenti topografici e qualunque altra annotazione necessaria; successivamente tali reperti saranno riposti in contenitori o in cassette e opportunamente custoditi, a cura e a carico dell'appaltatore.

I materiali di scavo, su indicazione della direzione lavori, potranno essere conservati in luogo opportuno per eventuali successivi approfondimenti di indagine o di analisi.

Scavi subacquei e di prosciugamento

L'esecuzione di prosciugamenti o di scavi subacquei potrà essere disposta dalla direzione lavori qualora si sia in presenza di acque sorgive o filtranti e non sia possibile far defluire naturalmente l'acqua.

Nei casi in cui, sia naturalmente che dopo parziale prosciugamento, le acque si stabiliscano nei cavi, i lavori saranno considerati e valutati come volumi di scavo in presenza d'acqua fino a 20 cm al di sotto del livello di falda; per livelli inferiori a 20 cm saranno considerati e valutati come volumi di scavo subacquei.

Qualora sia necessario condurre gli scavi in condizione asciutta (sia durante i lavori di escavazione che durante le lavorazioni di murature, di fondazione o altro), la direzione lavori potrà disporre l'esecuzione di opere di esaurimento e l'appaltatore dovrà essere in grado di fornire persone e mezzi idonei al caso.

Sarà cura dell'appaltatore mettere in atto le operazioni e i mezzi necessari a impedire il dilavamento delle malte e delle lavorazioni; tali lavori saranno valutati in economia.

Rinterri e rilevati

Il rinterro di scavi fino alla quota di ciglio, il riempimento di vuoti presenti tra murature e pareti di scavo e i rilevati in generale, anche quelli posti a ridosso di murature fino alla quota necessaria indicata dalla direzione

lavori, verranno realizzati utilizzando i materiali risultanti dagli scavi di cantiere, qualora ritenuti idonei dalla stessa direzione lavori.

In caso contrario e per l'eventuale integrazione dei materiali necessari, l'appaltatore preleverà le materie ove lo ritenga opportuno purché rispondenti alle caratteristiche richieste dalla direzione lavori.

Nell'esecuzione di questi lavori, l'appaltatore procederà con estrema cautela avendo cura di sminuzzare i materiali in modo da evitare inopportune cavità nei volumi di riporto o di rinterro e provvedendo alla pilonatura: procederà per strati orizzontali sovrapposti, preferibilmente dello stesso spessore (30 cm circa), in maniera da trasmettere un carico e una spinta il più possibile uniformi, evitando l'insorgenza di spinte localizzate e i conseguenti sfiancamenti alle strutture contigue; ogni strato successivo sarà messo in opera dopo che sia stata accertata la compattazione dello strato precedente.

In particolare, per tutti quei rinterri e riporti di terreno che verranno a contatto con le murature si dovrà utilizzare materiale ghiaioso e sciolto, atto a facilitare il drenaggio; a questo riguardo sarà impedito l'uso di materiali dotati di potere di elevato assorbimento, come ad esempio le materie argillose, in quanto soggette ad alterazioni/variazioni di volume a seguito di rigonfiamenti che causano inopportuni fenomeni di spingimento sulle murature.

La direzione lavori, al fine di ottenere una stabilizzazione delle aree prossime alle strutture murarie o simili, potrà prescrivere anche la miscelazione di cemento, di calce o altro (nella misura orientativa di 20-50 kg a m³ di materiale di riporto). In prossimità di manufatti, se necessario, verranno utilizzate piastre vibranti o rulli azionati a mano, purché vengano tenuti a distanza di 2 m dagli stessi in modo da non inficiarne la conservazione. Analogamente, al fine di impedire azioni dannose, nel caso di utilizzo di autocarri, carrette o altro per il trasporto delle materie, in nessun caso esse dovranno essere scaricate direttamente contro le murature; si procederà depositandole nei pressi delle murature stesse e trasportandole successivamente con carriele nel luogo indicato. In ogni caso rinterri e riempimenti non potranno essere eseguiti contro murature che siano state realizzate da poco.

Per la realizzazione di rilevati su piano di campagna preesistente, dovrà essere rimossa la coltre vegetale. Qualora il rilevato debba essere realizzato su superficie inclinata, si dovrà provvedere alla realizzazione di gradoni che abbiano una pendenza verso monte e quindi depositare al di sopra di essi le materie di riporto. Tutte le scarpate dovranno avere un profilo con andamento regolare e cigli ben allineati e profilati; l'appaltatore provvederà perciò a ricaricare i profili che per assestamento o per altra ragione dovessero subire modifiche. Tale operazione dovrà essere eseguita per tutta la durata dei lavori e fino al momento del collaudo, in modo che l'opera venga realizzata secondo la geometria disposta dalla direzione lavori.

Sarà perciò cura dell'appaltatore mantenere sempre inalterate le condizioni generali del luogo, sia fisiche che geometriche, provvedendo anche all'espurgo dei fossi.

Ogni alterazione delle condizioni originarie causata da imperizia dell'appaltatore nella conduzione dei lavori o dalla inosservanza delle prescrizioni ricevute, dovrà essere rimossa a suo completo onere.

Art. 3. Opere provvisorie: sbatacchiature, puntellature, centine, paratie e casseri

Generalità

Le opere provvisorie consisteranno in sbatacchiature, puntellature o, più raramente, murature di rafforzamento provvisorie opportunamente messe in opera al fine di assorbire le azioni che sono causa del dissesto dell'elemento strutturale, garantendo così condizioni provvisorie di sicurezza durante le varie fasi delle lavorazioni. Dovranno perciò sostituirsi alla struttura in tutto o in parte, a seconda delle previsioni progettuali, e avranno una durata conforme all'esecuzione dei lavori previsti per l'eliminazione di elementi pericolosi e per il consolidamento; dovranno altresì rispondere a principi di efficacia e economicità.

Nel caso in cui siano previsti tempi lunghi per la presenza delle opere di presidio strutturale, l'appaltatore dovrà adoperarsi al fine di proteggerle da eventuali deterioramenti e da eventuali perdite di efficacia.

Sbatacchiature (o armature degli scavi)

L'esecuzione di sbatacchiature (realizzabili in legno o in metallo, di dimensioni maneggevoli e senza spreco alcuno di materiali) sarà finalizzata a contrastare e controbilanciare la spinta del terreno.

Esse, pertanto, poste sia orizzontalmente che secondo un piano inclinato, opereranno prevalentemente a flessione e a presso-flessione, raramente a semplice compressione.

Nella scelta della forma e delle dimensioni delle sbatacchiature si dovrà tenere conto della spinta del terreno nelle sue varie condizioni fisiche (asciutto, umido, bagnato, con presenza di infiltrazioni di acqua, ecc.) o del carico (presenza di gru, di macchine di cantiere, di strutture adiacenti, di traffico veicolare, ecc.); ulteriore elemento da valutare sarà la metodologia di scavo che verrà adottata.

Al fine di garantire l'efficacia del sostegno, si avrà cura di costipare e serrare bene contro il terreno le tavole, non lasciando vuoti dannosi e evitando al contempo cadute di materiale.

Si procederà nella posa delle sbatacchiature con l'avanzare degli scavi, in modo da assicurare l'incolumità dei lavoratori sia durante la loro esecuzione che per tutta la durata di quelle lavorazioni che con questi presidi interagiranno.

Le tavole, ben selezionate, saranno robuste, in particolare nella zona mediana (nella quale la spinta si trasmette con maggiore pressione) e dovranno sporgere dal ciglio di scavo di almeno 20-30 cm.

L'appaltatore dovrà assicurare un'adeguata porzione di spazio libero, affinché possano essere eseguite le operazioni previste e vigilerà, verificandole, su quelle sbatacchiature che saranno lasciate in opera per molto tempo.

I fronti e le superfici di scavo, specie se archeologici, dovranno essere conservati intatti e dovrà inoltre essere consentito il progressivo sfoderamento delle superfici.

Per scavi a sezione obbligata (o trincee) le sbatacchiature potranno essere:

- a tavole verticali, indicate in presenza di terreni che non presentano buona consistenza e per scavi fino a 4 m di profondità;
- a tavole orizzontali, preferibili in presenza di terreni con buona consistenza e quando si debba procedere per cantieri progressivi di 60-80 cm di profondità;
- a marciavanti, in presenza di scavi molto profondi con terreni poco consistenti e molto spingenti;
- a paratie di palancole metalliche o prefabbricate, in presenza di terreni acquiferi al fine di realizzare strutture a tenuta d'acqua.

Puntellature

Le puntellature funzioneranno come sostegno (atte a sostenere il peso) o come ritegno (atte a sostenere parti in movimento o in procinto di caduta) e pertanto saranno realizzate secondo quanto previsto in progetto o secondo le disposizioni della direzione lavori.

Potranno essere realizzate in legname rotondo, in acciaio tubolare preferibilmente del tipo a giunto-tubo o del tipo a ritto di cantiere o ancora in profilato d'acciaio, saranno perciò costituite da elementi semplici,

multipli o articolati, dimensionati per il carico generalmente assiale, opportunamente vincolati in maniera da assorbire e trasmettere i carichi.

L'orientamento degli elementi verticali potrà assumere anche una diversa inclinazione calcolata sulla base dell'attrito tra la muratura e l'asta, a seconda della superficie e del dissesto da presidiare (per esempio spancamenti, rotazioni e ribaltamenti di strutture verticali, archi, superfici di intradosso di volte, ecc.); le basi saranno realizzate in modo da ripartire su un'ampia superficie i carichi e saranno poste in maniera da non gravare su eventuali dissesti sottostanti non ancora puntellati o non ancora eliminati. Se necessario, perciò, dovranno essere puntellati prima i vani sottostanti.

Le teste dei puntelli, poste in prossimità dei dissesti, saranno dotate di opportune tavole ripartitrici (dormienti di spessore di 3-4 cm) in modo da evitare che la forza si concentri solo su alcuni punti circoscritti.

Nel caso in cui le superfici da puntellare presentassero decorazioni visibili o possibilità di decorazioni sulle quali si dovesse ancora indagare, sarà necessario porre tra tavolato e superficie muraria un opportuno spessore morbido (ad esempio gommapiuma); l'uso di cunei o spessori consentirà la creazione dell'opportuno contrasto.

Per i solai dissestati o per elementi di solai (travi o arcarecci) non più funzionanti dal punto di vista strutturale, potranno essere messe in opera travi in legno o in acciaio affiancate a quelle già esistenti o poste all'intradosso di queste, purché messe in carico mediante opportuni cunei o spessori.

Per puntellature molto alte potrà rendersi necessario sostituire le semplici aste con elementi a struttura reticolare.

Centine

Le centinature saranno utilizzate come strutture necessarie alla realizzazione o alla rimessa in pristino di orizzontamenti ad andamento curvilineo.

Esse saranno realizzate dall'appaltatore in modo da consentire la corretta esecuzione di archi, volte e cupole. La superficie di estradosso della centina sarà realizzata con tavole di legno oppure, a seconda delle specifiche necessità, in lamiera metallica o in muratura e dovrà garantire un perfetto e continuo appoggio per la posa dei materiali dell'apparecchio murario, assicurando altresì che la superficie all'intradosso del nuovo orizzontamento venga realizzata a regola d'arte, rispondendo esattamente alla geometria prevista dal progetto (raggi di curvatura, piani di imposta, ecc.) e alle prescrizioni della direzione lavori.

Per le volte a botte le centinature saranno parallele/perpendicolari alle generatrici; per le volte a padiglione verranno messe in opera due centinature diagonali (ai quattro spigoli) e le altre parallele ai lati di base; le volte a crociera saranno centinate come due volte a botte partendo dai quattro archi perimetrali e sostenendo anche gli archi diagonali; le volte a vela saranno armate ai quattro archi perimetrali e a raggiera, mentre per le cupole verranno realizzati castelletti che seguiranno la geometria dell'intradosso.

Le centine dovranno altresì essere dimensionate per sostenere il peso dei materiali dell'orizzontamento, il quale verrà realizzato in modo tale da non gravare sulla superficie di appoggio al piede.

In linea generale, salvo diversa disposizione della direzione lavori, nei casi in cui le spalle degli archi siano sottoposte a condizioni di cedevolezza, la chiave non dovrà essere puntellata né si punteranno le reni se si dovrà rimuovere il rinfiacco. Si potranno realizzare centine senza sostegni verticali qualora i piani di imposta consentano l'appoggio del manto della centina stessa.

Paratie e casseri (a protezione di scavi o per opere di fondazione)

Le paratie, sia esse per protezione di scavi che per realizzazioni di fondazioni, dovranno avere adeguata resistenza a flessione e presso-flessione e caratteristiche adeguate tanto alla messa in opera per infissione che alla rimozione, con possibilità di successivo riutilizzo; dovranno inoltre avere una buona tenuta all'acqua e alla corrosione.

Saranno infisse con maglio di adeguato peso, avendo cura che siano a perfetto contatto tra loro.

In caso di palancole dotate di guide laterali, dovranno essere lasciati liberi gli incastri per la posa della successiva palanca, anche attraverso l'opportuno utilizzo di materiali lubrificanti.

Dovranno essere garantite verticalità e allineamento, in modo da evitare inopportune fuoriuscite dalle guide; le porzioni di palancole emergenti dovranno essere recise. In caso di irregolarità nella esecuzione o in caso di

rottura della palanca, l'appaltatore provvederà a sua cura e spese alla rimozione della stessa e alla successiva messa in opera secondo regola e secondo le disposizioni impartite.

Nelle paratie in legno (formate da tavoloni, pali e palancole) e per terreni particolarmente tenaci, le palancole saranno dotate di fasciature metalliche (atte a evitare sfaldature e scheggiature prodotte dai colpi di maglio) e puntazze metalliche che facilitino l'infissione nel terreno.

Qualora la consistenza del terreno lo consenta, le tavole e le palancole potranno essere disposte orizzontalmente, purché adeguatamente ancorate e chiodate ai pali con garanzia di resistenza e purché formanti una parete a tenuta d'acqua.

Art. 4. Ponteggi

Generalità

Per la realizzazione di lavori posti a un'altezza superiore a 2 m, dovrà essere realizzata una adeguata impalcatura che risponderà a tutte le norme di sicurezza in grado di garantire l'incolumità pubblica e quella dei lavoratori, conformemente al Testo Unico sulla Sicurezza e sue modifiche e integrazioni.

Sulla messa in opera e sulla successiva rimozione dei ponteggi dovrà vigilare un responsabile di cantiere, il quale seguirà tutte le prescrizioni impartite dalla direzione lavori nonché tutti i criteri richiesti dalla regola dell'arte.

Sui ponti di servizio sarà vietato il deposito di materiale e di mezzi non strettamente necessari alla lavorazione in corso.

Ponteggi in legno

I ponteggi in legno saranno costituiti da materiale idoneo, sano e privo di fessurazioni e risponderanno alle norme relative alla sicurezza nei cantieri.

Si potrà fare uso di elementi verticali del diametro compreso tra i 12 e 25 cm e di altezza compresa tra i 10 e i 12 m (denominati *piantane* o *montanti*). Tali elementi saranno posti a una distanza reciproca di 2,60-3,20 m e a una distanza dal muro di circa 1,50 m; tali montanti saranno infissi nel terreno avendo cura che alla base sia posto un dormiente di legno o una pietra piatta (elementi entrambi atti a ripartire il carico) e avranno andamento inclinato verso il manufatto edilizio in ragione del 2-3%, onde smorzare la tendenza a ribaltare verso l'esterno dovuta anche a eventuali cedimenti della base di appoggio.

Fino a 8 m di altezza verrà utilizzata un'unica piantana, per altezze superiori sarà necessario provvedere all'accoppiamento di due montanti successivi, con sovrapposizione di almeno un metro, collegati con ragette metalliche o con regoli.

Gli elementi orizzontali (denominati *correnti*) saranno disposti a una distanza non superiore ai 2,00 m, saranno collegati agli elementi verticali mediante gattelli d'appoggio e saranno opportunamente fissati tra di loro tramite chiodi, ganasce, fascette o squadrette.

Le traverse serviranno a collegare i precedenti elementi alla struttura muraria in elevazione e verranno disposti a una distanza reciproca di 1-1,20 m; su tale intelaiatura tridimensionale verranno disposte le tavole da ponte (generalmente di pioppo o di abete di spessore tra i 4 e i 5 cm e di larghezza di 20 cm circa, ma potranno anche essere usati tavolati metallici) alle quali dovrà essere assicurato un appoggio minimo di quattro traversi, senza che vi siano parti sbalzanti.

Il ponteggio dovrà essere adeguatamente fissato alla parete del manufatto, sia in corrispondenza degli elementi verticali (ogni due montanti) che di quelli orizzontali (ogni due piani di ponte).

Sarà prevista la presenza di tavole fermapiè di altezza pari a 20 cm e parapetti di altezza di almeno 1,00 m, posti e fissati all'interno dei montanti: l'intero ponteggio dovrà emergere dal fronte del manufatto di 1,20 m. Solo nei casi in cui non sia possibile realizzare un ponteggio ordinario si potranno utilizzare ponteggi a sbalzo, i quali non sporgeranno più di 1,20 m dal fronte del manufatto.

I traversi sbalzanti dovranno emergere anche sul fronte interno della parete e consentire un adeguato collegamento tramite correnti e un sistema di contrappesatura in grado di restituire un elemento solidale e rigidamente collegato.

Ponteggi metallici

Il montaggio di ponteggi metallici sarà eseguito da personale specializzato che disponga di attrezzature idonee.

Per ponteggi metallici che superino i 20 m di altezza, occorrerà un adeguato progetto di ponteggiatura redatto da un architetto o da un ingegnere; verranno utilizzati sistemi e materiali sottoposti ad approvazione ministeriale. In particolare gli elementi metallici, sia aste che giunti o basi, riporteranno inciso il nome del fabbricante e sarà cura dell'appaltatore tenere in cantiere la relativa documentazione.

Le aste saranno profilate e prive di saldature e giunzioni, con estremità ad andamento ortogonale rispetto al loro asse; le basi saranno piane, dello spessore necessario per resistere ai carichi senza deformazioni e avranno una superficie 18 volte multipla del poligono che contiene la sezione del montante.

I montanti saranno disposti a interassi pari a 1,80 m; i correnti per ogni piano di ponte saranno due, dei quali uno potrà essere il parapetto del ponteggio.

L'intelaiatura ottenuta con montanti e traversi dovrà essere controventata in maniera adeguata, sia in senso longitudinale che trasversale; le aste di controvento, funzionanti sia come puntoni che come tiranti, dovranno resistere sia a compressione che a trazione.

L'impalcato di calpestio sarà costituito da tavole (metalliche o lignee) disposte in maniera tale da non essere soggette a scivolamenti: in particolare per quelle lignee, sarà necessario attenersi alle indicazioni e alle prescrizioni di cui si è detto in precedenza. Saranno presenti tavole fermapiè di altezza pari a 20 cm e parapetti di altezza di almeno 1 m, posti e fissati all'interno dei montanti o con adeguati giunti.

Art. 5. Demolizioni e smontaggi di manufatti strutturali in condizioni di degrado o criticità

Generalità

La demolizione di manufatti strutturali o di loro parti, quali porzioni di murature, di orizzontamenti o di sottofondazioni che si presentino in condizioni prossime al crollo o di criticità statica, sia che abbiano un loro pregio storico-artistico sia che siano posti in contiguità di manufatti di valore storico-artistico, dovrà essere eseguita con tutte le necessarie cautele, affinché non venga arrecato danno alcuno alle parti residue le quali, se necessario, saranno contrassegnate per la successiva ricollocazione.

La demolizione dovrà avvenire solo per le parti prescritte dalla direzione lavori.

L'area interessata sarà perimetrata adeguatamente e verranno inoltre assicurati percorsi protetti.

Si provvederà a puntellare le parti del manufatto che non andranno rimosse ma che saranno comunque sottoposte al rischio di sollecitazioni provenienti dalle demolizioni o dalle rimozioni che si dovranno eseguire; l'appaltatore dovrà assicurarsi che non si ingenerino danni o che non si creino condizioni di instabilità strutturale e dovrà garantire altresì l'incolumità pubblica e dei lavoratori, secondo le norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro.

I materiali di particolare pregio o valore provenienti dalle demolizioni saranno accatastati manualmente in luoghi protetti; gli altri materiali, opportunamente bagnati al fine di impedire il sollevamento di polveri, dovranno essere rimossi mediante canalizzazioni verticali: saranno di proprietà della stazione appaltante e, a insindacabile giudizio della direzione lavori, potranno essere riutilizzati nel cantiere dopo eventuale pulitura e scalcinatura. L'appaltatore avrà cura di accatastare tali materiali in luoghi di deposito evitando eventuali danneggiamenti agli stessi materiali e ai luoghi nei quali si trovano, sia in fase di trasporto che di immagazzinamento e pulitura.

I materiali di scarto saranno rimossi e trasportati in discariche pubbliche a onere e cura dell'appaltatore.

Demolizione di strutture murarie di fondazione e in elevazione

Per demolizioni anche parziali di fondazioni si procederà per tratti, con interventi a mano o con l'uso di piccoli mezzi meccanici in modo da non arrecare alcun tipo di danno alle strutture.

Verranno realizzati preventivamente scavi in trincea, anche questi eseguiti a mano o con piccoli escavatori, avendo cura di non scalzare completamente la fondazione e valutando gli effetti sul piano strutturale delle demolizioni che ci si appresta a eseguire.

Verranno eseguite le opportune sbatacchiature nei cavi e queste saranno controllate periodicamente al fine di valutarne lo stato di resistenza.

Se ritenuto necessario, saranno realizzate opere di puntellatura alle strutture sovrastanti o contigue.

Per demolizioni di murature di qualunque natura si procederà preventivamente con saggi volti a verificarne la reale consistenza: in particolare, prima della loro demolizione, si dovrà appurare se siano apparenti tramezzature, anche realizzate in mattone non pieno, se abbiano o meno funzione di rompitratta o se siano diventate collaboranti nel sostegno di orizzontamenti deformati; in tal caso si dovrà provvedere a una valutazione preventiva dell'orizzontamento e a una eventuale puntellatura.

La demolizione delle murature portanti dovrà essere eseguita dall'alto verso il basso, preferibilmente a mano con l'aiuto di mazzette e scalpelli o di martelli pneumatici a sola rotazione; si potrà lavorare direttamente sulla sommità delle murature solo quando la loro altezza non sarà superiore a 2,00 ml. In ogni caso i ponti di servizio saranno resi indipendenti dalla struttura muraria da demolire.

Durante la demolizione si dovrà tenere conto della possibilità di trovare tirature annegate nella muratura stessa e si dovrà operare evitando di danneggiarle o alterarne lo stato tensionale, poiché ciò costituirebbe un eventuale rischio per la stabilità della compagine generale della costruzione.

Qualora le murature insistano su sporti o sbalzi, l'appaltatore nell'esecuzione delle opere demolitorie dovrà tenere conto dell'effetto della riduzione dei carichi sulle strutture contigue.

Demolizione di orizzontamenti

Per eseguire la demolizione di orizzontamenti dovranno essere realizzati ponti di lavoro e opportune opere di protezione per persone e cose, comprese le puntellature delle parti che non andranno demolite.

Si procederà con particolare cura provvedendo a non deteriorare i materiali riutilizzabili, per i quali si provvederà all'accatastamento e alla conservazione in luoghi adeguati: in particolare si avrà cura di smontare con perizia le connessioni tra gli elementi lignei, in modo da evitare danneggiamenti su quelle parti che saranno nuovamente interessate da connessioni.

Verrà immediatamente rimosso il gravame dei materiali e delle macerie sui ponteggi e sugli orizzontamenti sottostanti; si porrà attenzione all'eventualità che ci si trovi in presenza di tiranti annegati nelle solette, per la salvaguardia delle quali andrà adoperata ancora una volta una certa cautela.

Le operazioni che interessano i solai partiranno da quelli posti più in alto e procederanno verso il basso, nel senso contrario al montaggio; verranno rimosse le caldane e il sottostante scempiato (mezzane, tavolati, tavelloni, volterrane, pignatte); successivamente, anche con l'ausilio di apparecchi di sollevamento, si procederà alla sfilatura della carpenteria (travicelli, arcarecci, travi) avendo cura di non fare leva sulle murature.

In presenza di solai già consolidati con interventi di connessioni delle teste delle travi alla muratura, la semplice sfilatura potrà danneggiare la stabilità muraria, pertanto si procederà con adeguata cautela; si potranno eseguire tagli a filo muro rimuovendo successivamente le parti incassate.

Per le coperture si provvederà dapprima allo smontaggio delle torrette di camino e delle canne fumarie e successivamente si provvederà allo smontaggio del manto, procedendo simmetricamente dal colmo verso l'imposta, avendo cura di non deteriorare i materiali; rimossa la caldana verrà smontato lo scempiato (mezzane, tavolati, tavelloni) e poi l'orditura secondaria (travicelli, correntini, mezzanelle) e verranno realizzati appositi tavolati come piani di lavoro, i quali saranno appoggiati sull'orditura principale (se possibile si lavorerà dall'interno, ma in ogni caso si farà uso solo della struttura principale quale piano di lavoro); qualora l'altezza di lavoro superi i 2 m, dovrà essere realizzato un sottopiano oppure si dovranno utilizzare cinture di sicurezza.

L'orditura più importante (arcarecci, travicelli e travi) sarà trattata con particolare cura nello smontaggio, provvedendo alla rimozione dei sistemi di collegamento e di tenuta senza però alterare e danneggiare le parti interessate.

Lo smontaggio di capriate che verranno riutilizzate sarà preceduto da un opportuno rilievo con relativa numerazione delle parti, affinché il rimontaggio sia più agevole.

Le volte previste in demolizione, incluse quelle rampanti di scale, andranno smontate dopo che siano state realizzate le necessarie puntellature sottostanti e le puntellature alle strutture contigue alle spinte: tali presidi saranno atti a garantire la stabilità compromessa dalla riduzione delle spinte e l'incolumità dei lavoratori. Rimossi i riempimenti sciolti, si procederà sempre dalla chiave verso le imposte con andamento circolare avvolgente, specie per le volte in foglio a crociera e a vela; per le volte a botte si avanzerà per sezioni trasversali a tratti, partendo dalla chiave e procedendo verso le imposte.

Gli sbalzi costituenti cornici, gronde, balconi, gradini e opere similari saranno smontate dopo che siano state adottate le opportune cautele al fine di evitare improvvise cadute di materiali e di elementi costitutivi.

A partire dal momento in cui verranno effettuate le demolizioni soprastanti, prima delle quali la presenza del materiale demolito assicurava condizioni di maggiore stabilità, si dovrà tenere conto dell'instabilità di questi manufatti.

Art. 6. Demolizioni, smontaggi e asportazioni di manufatti o elementi non strutturali

Generalità

La demolizione di manufatti non strutturali o di loro parti, quali intonaci, pavimentazioni, tinte, rivestimenti lapidei e opere simili, sarà eseguita dall'appaltatore con particolare cautela e a partire dalla scrupolosa osservanza delle prescrizioni della direzione lavori.

L'appaltatore dovrà eseguire direttamente, o far eseguire da personale idoneo, piccole campionature e saggi atti a verificare se vi siano o meno strati di pregio più profondi sui quali attuare opere di conservazione;

dovrà altresì vigilare affinché le parti rimosse, che saranno recuperate e riutilizzate in cantiere, non subiscano alcun danno. Ove ritenuto necessario, le parti smontate saranno numerate in maniera leggibile e conservate in luogo adeguato per le successive operazioni di pulitura, di trattamento e di conservazione.

Pavimenti

La rimozione di pavimenti di pregio o di valore storico seguirà i criteri dello smontaggio per consentire la successiva pulizia e il rimontaggio (anche in altri luoghi della fabbrica), dando inizio alle operazioni a partire da quei punti sui quali dovessero presentarsi rotture o allentamenti delle fughe; in ogni caso si procederà dando la preferenza a rimozioni a mano con mazzette e scalpelli (per pavimenti in cubetti si potrà procedere mediante leve) rimuovendo solo il pavimento e la malta di allettamento, evitando così il danneggiamento degli strati sottostanti, siano essi precedenti pavimenti oppure strati di solaio contenenti eventuali reti impiantistiche.

Per pavimentazioni monolitiche gettate in opera o per pavimentazioni in battuto e per graniglie disposte con assenza di fughe, qualora dovesse risultare impossibile la rimozione manuale, si adopereranno piccoli mezzi meccanici che effettueranno tagli ravvicinati con seghe circolari e flessibili e che, su indicazioni disposte dalla direzione lavori, saranno effettuati in punti particolari in modo da consentire la rimozione manuale e il successivo rimontaggio per accostamento secondo corretta direzione e con il minor danno possibile.

Nelle pavimentazioni realizzate con singoli elementi di diverso tipo, dimensione e/o caratteristica disposti secondo disegno, sarà cura della direzione lavori e dell'appaltatore annotare e numerare i singoli elementi e i lati di contatto, al fine di consentirne il successivo corretto rimontaggio.

Le pavimentazioni lignee chiodate saranno smontate rimuovendo le unioni chiodate, anche tramite l'utilizzo di piccole leve, avendo cura di non danneggiarne gli elementi.

Rivestimenti lapidei

La rimozione di elementi lapidei di rivestimento sarà preceduta da adeguato rilievo grafico e fotografico, dalla numerazione dei pezzi e dall'annotazione dei lembi consecutivi nonché da eventuali interventi di pre-consolidamento. Sarà opportuno che le operazioni prendano l'avvio a partire dai pannelli già sconnessi, distaccati o danneggiati o che siano posti in posizione defilata o che non presentino decorazioni, in modo che la loro eventuale perdita non costituisca gravissima mancanza.

Verificato il sistema di ancoraggio al supporto (perni, zanche, chiodature, malte, collanti) si procederà secondo la tecnica più appropriata alla salvaguardia degli elementi e del supporto stesso, avendo cura di controllare che l'ancoraggio riguardi una sola o più lastre accostate: in ogni caso sarà opportuno provvedere all'imbracatura delle singole lastre.

Solo in caso di impossibilità di rimozione manuale o quando le dimensioni delle lastre siano di una certa entità, si potrà procedere con tagli eseguiti con flessibili o con seghe circolari sui punti che risulteranno meno visibili una volta rimontato il rivestimento; per i tagli si sceglieranno i dischi più appropriati in modo che le lastre non abbiano a danneggiarsi sui bordi.

Intonaci e modanature ad intonaco

La rimozione di intonaci sarà preceduta, ove ritenuto necessario, da saggi atti a verificare la presenza di affreschi, tinte e decorazioni di valore storico-artistico.

In caso di bugnati, cornici e modanature a intonaco, prima della demolizione si dovrà procedere al rilievo grafico e fotografico e alla realizzazione di calchi in gesso o in resina che ne consentiranno una nuova realizzazione.

Mediante percussione con le nocche delle dita si individueranno le zone di distacco e le sacche vuote; esse saranno delimitate e diversificate per tipologia di dissesto, si procederà quindi successivamente all'asportazione dall'alto verso il basso e per strati successivi fino alla muratura di supporto, avendo cura di non solcarla o danneggiarla. Le parti di intonaco molto distaccate saranno rimosse manualmente con presa diretta e, se disposto dalla direzione lavori, conservate per eventuale riutilizzo.

Per le altre superfici intonacate si procederà con mazzetta e scalpello, utilizzando tali utensili in modo da non danneggiare il supporto e da non imprimere dannose sollecitazioni.
Ove ritenuto indispensabile, poiché impossibile manualmente, si potrà procedere con piccoli mezzi meccanici.

Tinte

La rimozione totale o parziale di tinte su superfici intonacate, lignee o metalliche sarà preceduta da prove atte a verificare lo stato di coesione rispetto al supporto. Tali prove saranno eseguite mediante saggi campione del lato di circa 10 cm a loro volta suddivisibili, se ritenuto utile, in sottocampionature per i punti considerati i più adeguati a restituire il quadro generale della consistenza.

La rimozione avverrà mediante spatole, raschietti o bisturi, con la particolare cura necessaria a non danneggiare il supporto. Ove ritenuto idoneo, si potrà procedere a raschiatura dopo trattamento chimico o a fiamma, previa verifica mediante saggiature della resistenza del supporto a tali trattamenti.

Le superfici dovranno essere ripulite dai residui di tinte e da ogni traccia di solventi chimici.

Affreschi e mosaici

La rimozione totale o parziale di opere d'arte aderenti a superfici quali murature o volte, sarà eseguita a strappo o per distacco.

Dovrà provvedere a tale operazione solo personale specializzato che seguirà strettamente le tecniche e le norme esecutive previste, sotto stretta sorveglianza degli organi competenti.

Art. 7. Documentazione delle lavorazioni di cantiere

Generalità

Nell'intento di conservare dati che possano contribuire alla formulazione del programma di manutenzione della fabbrica, la direzione lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, avrà cura di annotare in apposite schede di restauro tutte quelle variazioni intervenute in fase esecutiva e tutti i dati relativi ai materiali e ai prodotti adoperati.

Tali schede dovranno essere redatte per ogni elemento architettonico e per ogni tipo di intervento ritenuto rilevante tanto da dover essere sottoposto ad annotazione; esse dovranno contenere ogni riferimento utile all'individuazione di dati necessari per interventi futuri; saranno perciò riportate su queste schede la tipologia di sabbia, di calce, di malte, di intonaci, di miscele e altro, oltre che la composizione, la concentrazione, le percentuali, le sigle commerciali, la modalità di lavorazione e ogni altro elemento necessario alla corretta individuazione dell'intervento da approntare.

Le schede saranno corredate di fotografie, di considerazioni e di commenti effettuati sia in fase di pre-intervento che durante l'intervento e, naturalmente, a conclusione della lavorazione.

Sarà necessario scegliere adeguatamente il tipo di ripresa fotografica e di condizione di ripresa, annotando anche il punto di presa fotografica; sarà utile altresì riportare per ogni foto un righello misuratore atto a individuare la corretta dimensione dell'elemento architettonico.

MALTE

Art. 8. Malte e conglomerati

Generalità

Le malte che l'appaltatore dovrà utilizzare nei lavori di restauro dovranno essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio da restaurare; dovranno comunque essere annotate e documentate, in apposite schede, la loro composizione e le modalità di confezionamento.

In particolare, tutte le eventuali variazioni o integrazioni effettuate con additivi (oppure con resine o altri prodotti chimici) saranno concordate e specificate dalla direzione lavori, previa autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene.

I componenti delle malte realizzate a piè d'opera, comprese quelle cementizie, dovranno essere mescolati a secco e a ogni impasto dovranno essere misurati sia nel peso che nel volume.

I materiali, le malte e i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi o fusti di peso determinato, a ogni impasto dovranno essere misurati con apposite casse o con appositi contenitori che l'appaltatore dovrà mantenere a sua cura e spese su tutti i piazzali sui quali verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, così come viene estratta con badile dal calcinaio, ma si provvederà ad accurata mescolatura fino a ottenere una pasta omogenea, in modo che la sua misurazione riesca semplice e corretta.

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

Per la preparazione di calcestruzzi con malte di calce (di tipo comune oppure idraulico) si confezionerà prima l'impasto della malta secondo le proporzioni prescritte e usando l'acqua necessaria all'impasto, poi si provvederà a stendere la malta sulla ghiaia o sul pietrisco e la si mescolerà fino a ottenere un composto uniforme.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati, gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nella Legge 5.11.1971 n. 1086, nel D.M. 27 luglio 1985 e con tutte le prescrizioni successive. Potranno essere usate malte confezionate in sacchi o in fusti: tali contenitori dovranno essere perfettamente sigillati e dovranno recare l'indicazione del produttore e dello stabilimento di produzione; dovranno altresì essere riportati altri parametri quali il peso, la classe di appartenenza, le modalità di confezionamento, la quantità d'acqua occorrente per il confezionamento e i valori di resistenza minima dopo i 28 giorni di stagionatura.

Le malte saranno confezionate con sabbie aventi granulometria e natura chimica adeguate all'utilizzo che dovrà farsene e saranno preferibili, senza dubbio, sabbie di tipo siliceo o calcareo (a esclusione di quelle ottenute dalla lavorazione di rocce gessose, marnose o comunque inadatte al caso).

Per l'ottenimento di una malta di buona qualità, inoltre, le sabbie non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose, sostanze ed elementi che potrebbero compromettere le proprietà della stessa malta.

L'impasto delle malte e dei conglomerati potrà essere eseguito sia con mezzi meccanici che manualmente, purché risulti omogeneo nella consistenza e nel colore.

Si provvederà alla preparazione della giusta quantità di impasto, ossia quella quantità necessaria all'impiego immediato, gettando a rifiuto i residui d'impasto non utilizzabili e non utilizzati, a eccezione delle malte e dei conglomerati ottenuti con calce comune riutilizzabili solo nell'arco della giornata di preparazione.

Per l'accettazione e per la determinazione della resistenza a compressione delle malte si farà riferimento al D.M.3 giugno 1968 e al D.M. 20 novembre 1984.

La classificazione delle malte è definita in rapporto alla composizione in volume, secondo le modalità previste dal D.M. del 9 gennaio 1987.

Classe	Malta	Composizione in parti
M4	Idraulica	Calce idraulica (1); sabbia (3)
M4	Pozzolonica	Calce aerea (1); pozzolana (1)
M4	Bastarda	Cemento (1); calce idraulica (1); sabbia (5)
M3	Bastarda	Cemento (1); calce idraulica (1); sabbia (5); pozzolana (1)
M2	Cementizia	Cemento (1); calce idraulica (0,5); sabbia (4)
M1	Cementizia	Cemento (1); sabbia (3)

Tabella 3 – Classificazione delle malte

Al fine di migliorarne le proprietà plastiche, alla malta cementizia può essere aggiunta una modesta quantità di calce aerea.

Malte confezionate in diverse proporzioni o anche malte ottenute con additivi, possono essere considerate equivalenti a quelle indicate solo se la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori contenuti in tabella 4.

Resistenza media a compressione	Tipi di malta equivalenti
12 N/mm ² (120 kgf/cm ²)	M1
8 N/mm ² (80 kgf/cm ²)	M2
5 N/mm ² (50 kgf/cm ²)	M3
2, 5 N/mm ² (25 kgf/cm ²)	M4

Tabella 4 – Tipologie di malta a varia resistenza

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 lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

- malta comune: calce spenta in pasta 0,25-0,40 m³, sabbia 0,85-1,00 m³;
- malta comune per intonaco rustico (rinzafo): calce spenta in pasta 0,20-0,40 m³, sabbia 0,90-1,00 m³;
- malta comune per intonaco civile (stabilitura): calce spenta in pasta 0,35-0,45 m³, sabbia vagliata 0,80 m³;
- malta grassa di pozzolana: calce spenta in pasta 0,22 m³, pozzolana grezza 1,10 m³;
- malta mezzana di pozzolana: calce spenta in pasta 0,25 m³, pozzolana vagliata 1,10 m³;
- malta fina di pozzolana: calce spenta in pasta 0,28 m³, pozzolana vagliata 1,05 m³;
- malta idraulica: calce idraulica quintali 3-5 secondo l'impiego, sabbia 0,90 m³;
- malta bastarda: malta comune, mezzana di pozzolana, idraulica 1,00 m³, agglomerato cementizio a lenta presa quintali 1,50;
- malta cementizia forte: cemento idraulico normale quintali 3-6 secondo l'impiego, sabbia 1,00 m³;
- malta cementizia debole: agglomerato cementizio a lenta presa quintali 2,5-4 secondo l'impiego, sabbia 1,00 m³;
- malta cementizia per intonaci: agglomerato cementizio a lenta presa quintali 6,00 secondo l'impiego, sabbia 1,00 m³;
- malta fina per intonaci: malta comune per intonaco civile (stabilitura), fina di pozzolana, idraulica, vagliate allo staccio fino;
- malta per stucchi: calce spenta in pasta 0,45 m³, polvere di marmo 0,90 m³;
- calcestruzzo idraulico di pozzolana: calce comune 0,15 m³, pozzolana 0,40 m³, pietrisco o ghiaia 0,80 m³;
- calcestruzzo in malta idraulica: calce idraulica quintali 1,5-3 secondo l'impiego, sabbia 0,40 m³, pietrisco o ghiaia 0,80 m³;
- conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi, ecc.: cemento quintali 1,5-2,5 secondo l'impiego, sabbia 0,40 m³, pietrisco o ghiaia 0,80 m³;
- conglomerato cementizio per strutture sottili: cemento quintali 3-3,5 secondo l'impiego, sabbia 0,40 m³, pietrisco o ghiaia 0,80 m³.

Tali proporzioni potranno subire modificazioni da parte della direzione lavori e l'appaltatore dovrà attenersi a tali prescrizioni, mostrandosi in grado di saper dare preventivamente, ove fosse necessario, una diversa valutazione del prezzo in ragione di tali eventuali variazioni.

Malte additive

Nel caso in cui alle malte vengano aggiunte piccole quantità di agenti chimici che possiedano proprietà tali da migliorarne le caratteristiche meccaniche, tali malte vengono definite additive.

In conformità alle norme UNI 7101-72, le malte additive possono essere di vario tipo:

- malte antiritiro;
- malte espansive;
- malte ottenute con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche;
- malte ottenute con altri additivi.

MALTE ANTIRITIRO

Le malte antiritiro vengono additivate con riduttori d'acqua: quando occorranza malte con un minore grado di disidratazione e quindi con minore capacità di ritiro (essendo tale ritiro causa di pericolose screpolature che possono favorire l'assorbimento degli agenti inquinanti) è possibile confezionare malte di buona lavorabilità, che vengono additivate con agenti chimici in grado di ridurre il quantitativo d'acqua che invece occorrerebbe di solito; tali riduttori d'acqua sono lattici e può trattarsi di copolimeri in dispersione acquosa formati da finissime particelle altamente stabili agli alcali, modificate mediante specifiche sostanze stabilizzatrici.

In ogni caso, la direzione lavori, in relazione alle necessità di cantiere, stabilirà il tipo e la quantità dei riduttori da adoperarsi, assicurando il riscontro delle seguenti caratteristiche:

- a) basso rapporto acqua cemento;
- b) proprietà meccaniche conformi alla specifica applicazione;
- c) elevata flessibilità e plasticità della malta;
- d) basse tensioni di ritiro;
- e) ottima resistenza all'usura;
- f) elevata lavorabilità;
- g) ottima adesione ai supporti;
- h) elevata resistenza agli agenti inquinanti.

Quanto alla quantità ottimale di additivo da aggiungere agli impasti, si terrà in considerazione anche l'eventuale umidità degli inerti; essa verrà calcolata in relazione al tipo d'applicazione e potrà oscillare, in genere, dai 6 ai 12 litri ogni 50 kg di cemento. In ogni caso il rapporto tra acqua e lattice sarà variabile da 1 : 1 a 1 : 4.

L'appaltatore dovrà provvedere preventivamente alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo, all'interno di un recipiente tenuto a disposizione della direzione lavori per eventuali controlli e campionature.

Per il confezionamento di miscele cemento/additivo o cemento/inerti/additivo, il lavoro d'impasto andrà opportunamente prolungato facendo preferibilmente ricorso a mezzi meccanici, come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano; la malta pronta verrà utilizzata immediatamente e sarà vietato rinvenirla con altra acqua per eventuali riutilizzi.

La superficie sulla quale la malta verrà applicata andrà opportunamente preparata: essa dovrà essere solida, priva di polveri e di residui grassi.

Qualora la direzione lavori lo richieda, l'appaltatore dovrà utilizzare come *primer* una miscela di acqua, additivo e cemento, identica per tipo ma molto più fluida quanto a consistenza.

MALTE ESPANSIVE

Le malte espansive, ossia quelle malte nelle quali l'additivo genera un aumento di volume dell'impasto, dovranno essere utilizzate sotto stretta sorveglianza della direzione lavori e previo parere degli organi preposti alla tutela dei manufatti sui quali si opera.

Tali malte saranno impiegate in tutte quelle lavorazioni nell'ambito delle quali sono previsti interventi di iniezioni con malte fluide quali sottofondazioni, sottomurazioni, murature, volte e cupole, strutture murarie. Sarà necessario approntare prove atte a verificarne gli effetti prima di eseguire le lavorazioni per intero, tenendo sempre sotto controllo il regime di espansione anche in relazione al ritiro.

La preparazione di queste malte prevede che si mescolino in condizioni secche (ossia senza acqua) in betoniera legante, inerti e agenti espansivi in polvere, in una quantità media di circa 10-40 kg/m³ di malta, salvo diverse indicazioni di progetto o di prescrizioni specifiche da parte della direzione lavori. Dopo la mescola, l'appaltatore aggiungerà acqua in proporzione adeguata.

Qualora l'agente espansivo non sia del tipo in polvere ma sia di tipo liquido, prima di aggiungerlo alla miscela secca (inerti/legante) dovrà essere sottoposto a una prolungata miscelazione in acqua e un campione, insieme alle schede tecniche del produttore, dovrà sempre restare disponibile per eventuali controlli e campionature da parte della direzione lavori.

La stagionatura dovrà avvenire in ambiente umido, pertanto sarà cura dell'appaltatore fare in modo che ciò avvenga, evitando eccessi di ventilazione o di soleggiamento oppure procedendo a mantenere umide le condizioni ambientali. In ogni caso sarà sempre preferibile usare additivi provenienti da una sola ditta produttrice e richiedere sempre la consulenza tecnica del produttore.

Gli agenti espansivi dovranno assicurare, in relazione al particolare settore di utilizzo, un'espansione da 0,04 a 0,12%, uno spandimento di circa il 150%, un'aderenza su calcestruzzo o acciaio rispettivamente intorno ai valori di 3-3,5 MPa e 20-30 MPa a 28 giorni di stagionatura.

MALTE OTTENUTE CON RIEMPITIVI A BASE DI FIBRE SINTETICHE O METALLICHE

Le malte con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche dovranno essere utilizzate sotto stretta sorveglianza della direzione lavori e previo parere degli organi preposti alla tutela.

Queste malte saranno impiegate in tutte quelle lavorazioni nell'ambito delle quali la malta, una volta indurita, dovrà non solo possedere i requisiti di resistenza localizzata nelle tre direzioni ma dovrà anche migliorare tale capacità di resistenza; dovrà inoltre essere in grado di ridurre il ritiro, perciò si dovrà assicurare una tessitura all'interno a maglia tridimensionale.

La preparazione avverrà mediante l'uso di fibre (metallo, nylon o polipropilene a struttura reticolare 15-20 micron) particolarmente resistenti che, durante la miscelazione degli impasti, si apriranno distribuendosi uniformemente. La loro resistenza a trazione dovrà attestarsi intorno a 400 N/cm² con allungamento massimo prima della rottura intorno al 10-13% (modulo d'elasticità intorno a 500.000 N/cm²).

Le fibre dovranno avere altresì proprietà di inerzia chimica, in modo da poter essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini; dovranno essere esenti da fenomeni di corrosione o deterioramento; dovranno essere atossiche e in grado di non alterare la lavorabilità delle malte.

MALTE OTTENUTE CON ALTRI ADDITIVI

Le malte potranno essere additivate con prodotti acceleranti o ritardanti al fine di ottenere variazioni nella presa e nell'indurimento.

Potranno essere utilizzati additivi fluidificanti, plastificanti o aeranti in modo da ottenere il miglioramento delle proprietà inerenti la lavorabilità, l'omogeneizzazione e la resistenza alle condizioni igrometriche e alle eventuali variazioni di temperatura.

Tutto ciò dovrà avvenire sotto stretta sorveglianza della direzione lavori e previo parere degli organi preposti alla tutela.

Malte additivate preconfezionate

Nella preparazione manuale delle malte additivate potranno verificarsi errori, anche modesti, nei dosaggi, con nocumento ai materiali del bene oggetto di intervento e ciò a causa soprattutto dell'incontrollabilità della percentuale di espansione della malta stessa dopo la posa.

In caso fossero indispensabili dosaggi rigorosi, si dovranno preferire malte preconfezionate grazie all'accuratezza con la quale sono controllate nelle parti e nella granulometria; esse dovranno essere confezionate con controllo automatico e elettronico, in modo che nella miscelazione gli inerti vengano selezionati secondo una curva granulometrica ottimale e i leganti e gli additivi chimici vengano rigorosamente dosati.

L'appaltatore farà preparare le malte secondo le indicazioni specifiche inerenti il tipo di malta, in adeguati recipienti e con gli appositi strumenti elicoidali, in modo da ottenere un impasto omogeneo e della giusta consistenza; in particolare, nell'aggiungere l'acqua necessaria a migliorare la lavorabilità, si atterrà alle quantità indicate nelle istruzioni.

Nei casi in cui lo richiedano le condizioni ambientali e climatiche, su specifiche indicazioni della direzione lavori potranno essere modificati i quantitativi d'acqua da aggiungere all'impasto.

L'appaltatore preparerà la malta utilizzando quantitativi tali da poter essere messi in opera nell'arco di 30- 60 minuti, gettando a rifiuto la malta non più utilizzabile poiché assolutamente inefficace una volta trascorso detto lasso di tempo.

Nel corso delle operazioni di predisposizione delle malte dovrà prelevare, in presenza e a richiesta della direzione lavori, i campioni rappresentativi dei vari tipi di malte preconfezionate utilizzate, in modo da produrre quelle prove e quelle analisi che saranno necessarie sia durante il corso dei lavori che in fase di collaudo.

Potranno essere utilizzate malte premiscelate solo se ogni fornitura sarà accompagnata dalla dichiarazione/documentazione del fornitore attestante il gruppo di appartenenza della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli altri eventuali additivi; nei casi in cui la malta non rientri nelle classificazioni ordinarie e riconosciute, il fornitore dovrà produrre le certificazioni necessarie, redatte secondo prove ufficiali attestanti le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Conglomerati di resina sintetica

I conglomerati di resina sintetica potranno essere utilizzati all'occorrenza su indicazione della direzione lavori, nonché sotto la sorveglianza degli organi preposti alla tutela del bene.

Il loro confezionamento avverrà miscelando in specifiche betoniere, utilizzate solo per tali prodotti, gli inerti richiesti (per esempio sabbie di quarzo), resine sintetiche e prodotti indurenti nella misura e secondo le modalità specificate dalla ditta produttrice, in modo che la malta risultante possieda un buon grado di lavorabilità sia alle alte che alle basse temperature, sia con alto che con basso tasso di umidità.

Le temperature più adatte in ogni caso non saranno inferiori ai 15°C e l'umidità relativa migliore sarà compresa tra il 40% e il 60%.

Nella preparazione di tali conglomerati si dovranno sempre rispettare le norme previste per la salvaguardia e la salute degli operatori.

Per garantire il mantenimento delle proprietà elencate in progetto, il rapporto resina-indurente prescritto sulle schede tecniche dovrà essere rigorosamente rispettato, con tolleranze che non possono in alcun modo superare il 10%; anche l'accelerazione del processo di indurimento non potrà ottenersi aumentando le quantità di prodotto indurente: in tal caso infatti la qualità della miscela verrebbe irrimediabilmente compromessa e la stessa dovrebbe essere gettata a rifiuto.

Le parti da trattare dovranno essere preventivamente preparate con un'operazione di accurata pulizia; se necessario, saranno anche allargati i lembi interessati e trattati con i prodotti prescritti dalla ditta produttrice. Una volta messi in opera, tali conglomerati dovranno acquisire le proprietà richieste in tempi di presa contenuti e dovranno essere in grado di penetrare capillarmente, in modo da assicurare la saturazione (in particolare quella delle parti a contatto).

A indurimento avvenuto, dovranno mostrare elevate proprietà di adesione e di resistenza meccanica e chimica anche in presenza di umidità.

In relazione al tipo di utilizzo che se ne farà in cantiere si potrà variarne la fluidità, sempre che ciò non ne alteri la capacità di resa finale.

Malte di calce per integrazioni

In linea di principio, le malte da utilizzare per interventi di restauro e di recupero dovranno essere realizzate con modalità e composizioni del tutto simili a quelle preesistenti in opera sulle parti d'interesse storiche che compongono il manufatto. Saranno perciò condotte tutte le indagini e le analisi necessarie a individuare i vari componenti e i dosaggi, anche in relazione agli eventuali vari strati che, anche in tempi differenti, sono stati realizzati.

Le nuove malte dovranno pertanto essere compatibili con il supporto e con le parti contigue, dovranno essere molto lavorabili in modo da adattarsi alla conformazione delle parti da integrare, dovranno avere un grado di resistenza inferiore rispetto a quello delle parti da collegare e dovranno essere lavorate in modo che non si abbiano a creare microfratture e cavillature dannose ai fini della conservazione.

Per la miscelazione si adopereranno contenitori puliti e si procederà utilizzando piccole macchine impastatrici oppure manualmente, avendo cura di preparare poche quantità per volta, ossia la quantità giusta per una messa in opera senza grandi pause e di gettare a rifiuto quanto non sia stato utilizzato.

La misurazione delle quantità da utilizzare sarà condotta con estrema cura e l'acqua sarà necessaria al fine di ottenere la densità giusta per una corretta lavorazione, in particolare per ben amalgamare i componenti e i pigmenti al fine di ottenere una miscela lavorabile e omogenea.

Nel caso si faccia uso di grassello di calce, questo dovrà essere preventivamente stemperato con acqua, che servirà a renderlo fluido per la mescola degli inerti, i quali saranno aggiunti a partire da quelli a minore granulometria.

Gli inerti, denominati anche *cariche*, costituiranno il corpo delle malte.

Essi potranno essere: ghiaia e pietrisco a diverse granulometrie, sabbie, anche queste con diverse granulometrie, pietra macinata fino a raggiungere la consistenza della polvere, pozzolana, cocchiopesto, caolino.

I leganti saranno costituiti da:

- calce aerea (CaO e MgO , composta prevalentemente da ossido di calcio con l'aggiunta di piccole parti di magnesio, alluminio, silicio, ferro ottenuti per calcinazione di rocce) in commercio sottoforma di calce viva o di calce idrata spenta mediante acqua. A seconda della procedura di spegnimento si avrà la calce idrata in polvere (usata come base per stucchi lucidi, intonaci interni e tinteggiature), il grassello di calce (per malte di allettamento, di intonaco e di stuccatura), il latte di calce (per tinteggiature, velature e scialbature);
- calce idraulica naturale (NHL), ottenuta per cottura a bassa temperatura di marne naturali (o calcari) poi spente e macinate. Garantiscono la presa anche in presenza di acqua e sono prive di sali solubili;
- cemento bianco, simile al cemento Portland e ottenuto per cottura di marne, privo di ossidi di ferro e di manganese (adatto in piccole quantità per integrare malte di calce aerea per tonachini, sagramature, copertine, teste di muri, ecc.). L'acqua adoperata per la formazione della malta dovrà essere dolce e pulita, priva di residui grassi e sali.

A seconda dei casi e delle disposizioni di cantiere, l'appaltatore formulerà la malta più adatta, scegliendo il legante più giusto e miscelandolo con gli inerti prescritti.

Se previsto dalla direzione lavori, al fine di ottenere delle miglierie, si potrà fare un modesto uso di additivi chimici, quali fluidificanti per migliorare la miscelazione, acceleranti o ritardanti della presa, porogeni e aeranti per creare bolle d'aria o espansivi per eliminare il ritiro.

Altre malte

Art. 9. Consolidamento delle strutture di fondazione

Generalità e operazioni preliminari

Prima di dare inizio a qualunque lavoro di tipo statico e strutturale, l'appaltatore dovrà accertare la natura e la consistenza delle strutture di fondazione dell'edificio esistente e del terreno sul quale le fondazioni insistono. Egli perciò, sentita la direzione lavori, effettuerà i saggi ritenuti necessari per questo tipo di accertamento, sempre in aderenza alle murature perimetrali, eseguendo scavi a mano con asse verticale (a pozzo) di dimensioni tali da consentire l'estrazione dei materiali scavati (larghezza non inferiore a 120 cm) e approntando le opere provvisorie e le sbatacchiature che dovessero rendersi necessarie.

Nel caso in cui le strutture murarie di fondazione si rivelassero fatiscenti, prima di proseguire con gli scavi, l'appaltatore dovrà eseguire opere di pre-consolidamento mediante iniezioni cementizie o mediante operazioni di scuci-cuci localizzate, atte a rendere solidale la tessitura muraria in modo che sia rispondente ai risultati delle analisi dei carichi così come effettuati nel progetto o disposti dalla direzione lavori.

Gli scavi così eseguiti fino al piano di posa delle fondazioni dovranno consentire abbiano luogo tutte le necessarie misurazioni e rilevazioni dello stato di consistenza e di messa in opera, compresi i carotaggi del terreno fino alla profondità richiesta in relazione al carico e alla larghezza delle fondazioni stesse, in modo da appurare, al contempo, con opportune analisi, se le cause del cedimento siano da attribuire agli strati superficiali, a quelli più profondi, alla presenza di falde freatiche o a altre cause ancora.

Sia saggi che indagini geognostiche saranno eseguite secondo il D.M. LL.PP.11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", secondo la circolare ministeriale LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e secondo la circolare ministeriale LL.PP. 9 gennaio 1996 n. 218/24/3 "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica".

Tutti i lavori consolidativi dovranno essere condotti in modo da non turbare in alcun modo le murature e la struttura generale dell'edificio interessato e degli edifici contigui; l'appaltatore dovrà perciò adottare ogni cautela necessaria utile a garantire le dovute condizioni di sicurezza degli edifici a rischio.

Consolidamento mediante sottofondazioni

La realizzazione dei lavori di sottofondazione, eseguite le eventuali opere provvisorie delle strutture in elevazione, seguirà le indicazioni del progetto o della direzione lavori.

Le aree di intervento saranno suddivise per cantieri, ossia per porzioni omogenee e autonome di lavorazione e nell'ambito delle operazioni di scavo si procederà per tratti alternati operando su un solo lato della muratura.

Nel caso in cui le murature abbiano uno spessore superiore ai 150 cm, si procederà a scavare su entrambi i lati e in ogni caso, se necessario, si realizzeranno le sbatacchiature delle pareti di scavo.

Salvo diversa disposizione, lo scavo dovrà raggiungere il piano di posa delle fondazioni esistenti e avrà dimensioni strettamente necessarie allo svolgimento dei lavori in modo da garantire una buona riuscita degli interventi.

Raggiunto il piano di posa, si scaverà per piccoli tratti (sottocantieri) al di sotto della fondazione esistente. Prima di procedere all'ampliamento della base fondale mediante sottofondazioni (siano esse in calcestruzzo armato o in muratura) si dovrà pulire, spianare e regolarizzare il terreno; si realizzerà quindi una base mediante getto di magrone in calcestruzzo 325 non armato di spessore 15-20 cm.

Per le opere di sottofondazione in cemento armato, le casserature dovranno essere sature d'acqua o impermeabili, comunque trattate con disarmante, in maniera da evitare la sottrazione di acqua dal liquido di impasto.

Nel caso in cui l'intervento consista in una sottomurazione di mattoni, si procederà alla realizzazione della muratura lasciando uno spazio pari all'altezza di un mattone tra la muratura nuova e le fondazioni esistenti.

In tale vuoto saranno inseriti cunei atti a mettere in carico la nuova muratura, ottenendone di conseguenza l'abbassamento preventivo; dopo 3-4 giorni tali cunei saranno sostituiti da altri più grandi compensativi dell'abbassamento avvenuto e dopo un altro giorno ancora, una volta rimossi i cunei, verrà messo in opera l'ultimo filare di mattoni intasando di malta fino a rifiuto.

Qualora la sottofondazione debba essere realizzata come soletta in cemento armato, una volta eseguite tutte le operazioni preliminari e i lavori di scavo secondo le modalità descritte l'appaltatore, dopo aver inserito le armature richieste dal progetto, realizzerà il getto avendo cura di lasciare uno spazio pari a due filari di mattoni. Dopo 2-3 giorni dalla realizzazione del getto, tale spazio verrà riempito con un filare di mattoni giuntati con malta cementizia e nello spazio residuo verranno inseriti cunei atti a produrre l'abbassamento preventivo. Si procederà successivamente come per le sottomurazioni.

Le sottofondazioni realizzate con travi/cordoli di cemento armato, che corrono longitudinalmente alla muratura di fondazione esistente, devono ben aderire, affiancarsi e collegarsi alla muratura stessa assorbendone e condividendone i carichi, in modo da ridurre la pressione tra struttura e terreno.

Una volta eseguite tutte le operazioni preliminari e realizzati gli scavi lungo le due facce della muratura, si procederà alla realizzazione del magrone e quindi delle travi di consolidamento, seguendo scrupolosamente i disegni di progetto. In corrispondenza dei collegamenti trasversali, segnati con piccoli scassi nella muratura, verranno posti ferri di attesa verticali per le necessarie connessioni.

A indurimento avvenuto si realizzeranno i varchi passanti nello spessore della muratura, dove verranno eseguiti gli elementi di collegamento che, in assenza di disposizioni, potranno avere interasse compreso tra i 150 e i 200 cm. Dentro tali aperture verranno inserite le armature metalliche ad aderenza migliorata Fe B 44 K, di diametro minimo di 16 mm, dotate di staffe; successivamente verrà eseguito il getto.

Nell'impossibilità di realizzare tali collegamenti trasversali tra i due cordoli longitudinali, si potranno realizzare perforazioni (orizzontali o inclinate, in maniera da favorire le iniezioni) eseguite a sola rotazione, dal diametro minimo di 32 mm, all'interno delle quali inserire barre dal diametro minimo di 20 mm e di lunghezza tale da consentirne il collegamento alle armature metalliche dei cordoli; tali barre verranno poi iniettate con malta reoplastica. L'interasse di tali barre dovrà essere non inferiore agli 80 cm.

Nel caso di cordolo su un solo lato, si procederà alla realizzazione di collegamenti del tipo a coda di rondine. Durante la fase di indurimento sarà necessario sostenere la struttura con opere provvisorie.

Consolidamento mediante pali

Il consolidamento mediante pali è previsto nei casi in cui i dissesti della costruzione segnalino la necessità di trasferire a strati più profondi e più resistenti del terreno i carichi del manufatto; essi saranno realizzati secondo il punto 10 dell'allegato 3 della circolare del Ministero dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 riguardante le norme tecniche in zona sismica.

In ogni caso, considerate le condizioni statiche, sarà necessario, salvo diverse prescrizioni, evitare pali battuti che sarebbero dannosi per le condizioni disestate della costruzione, prediligendo pali realizzati mediante operazioni di trivellazione, sia tramite uso di tubo forma che senza, oppure pali prefabbricati messi in opera con pressione statica mediante martinetti.

Non sempre gli spazi interni consentono l'uso delle macchine per la realizzazione di pali trivellati; in tal senso questo tipo di intervento consolidativo potrà essere realizzato su una faccia o su due facce. L'appaltatore individuerà il piano di posa dei collegamenti trasversali e avrà cura di eseguire le trivellazioni in aderenza alla muratura da consolidare; successivamente, secondo le previsioni di progetto, inserirà l'armatura metallica e eseguirà il getto fino all'intradosso dei collegamenti trasversali.

A indurimento avvenuto, dopo aver eseguito i varchi trasversali e inserito le armature dei collegamenti, si procederà all'esecuzione del getto.

Nel caso di pali prefabbricati formati da elementi componibili a incastro successivo lungo l'asse verticale, l'appaltatore realizzerà, sotto la base della muratura, scavi verticali a pozzo, di altezza complessiva pari al primo elemento, al martinetto e all'ultimo elemento; inserirà il primo elemento dotato di puntazza metallica, poi il martinetto e quindi l'ultimo elemento dotato di pulvino; agirà quindi con la pressione statica dei martinetti idraulici posti tra la base del muro e il tubo stesso.

La realizzazione di consolidamento mediante micropali non richiede operazioni di scavo.

I micropali (per esempio di tipo radice o di tipo *tub-fix*) hanno una sezione ridotta, possono avere diametro variabile dai 60 ai 300 mm e possono essere realizzati sia con asse verticale che con asse inclinato; le ridotte dimensioni di tali apparecchiature consentiranno l'esecuzione di perfori anche all'interno degli ambienti.

Partendo da entrambe le superfici dei massi murari di fondazione e proseguendo preferibilmente in direzione inclinata all'interno del terreno fino alla quota prevista dal progetto, verranno eseguite perforazioni a sola rotazione adoperando punta diamantata in modo da realizzare cavalletti incrociati sui quali la muratura fermerà i suoi cedimenti; verranno utilizzate colonne metalliche cave nelle quali scorrerà e verrà pompato un composto fluido con peso specifico inferiore alla malta, atto a consentire la risalita dei detriti di perforazione; verrà quindi inserito il secondo tubo e poi l'armatura, avendo cura che non appoggi sul fondo della perforazione. Attraverso il controtubo si procederà al graduale pompaggio dal basso della malta cementizia, secondo la composizione prevista in progetto e con adeguata pressione in relazione alla natura e alla consistenza del terreno, avendo cura che non si vengano a creare fenomeni di discontinuità, interruzioni e dilavamenti.

La miscela cementizia, risalendo, porterà in superficie il fluido di perforazione; verrà quindi gradualmente estratto il controtubo evitando trascinamenti e, con pressione d'aria, si provvederà a far aderire la malta alle pareti del terreno fino alla penetrazione nelle parti meno compatte dello stesso, avendo cura di proseguire il pompaggio man mano che il livello si abbasserà.

Altri sistemi

Art. 10. Conservazione e integrazione delle murature

Generalità

Nei lavori di conservazione, restauro e integrazione l'appaltatore adopererà ogni cautela nell'intervenire sulle murature d'interesse storico, evitando interventi aggressivi che potrebbero pregiudicare l'integrità di eventuali apparati decorativi nascosti e privilegiando quegli interventi volti a conservare gli apparecchi murari esistenti.

Nel caso in cui precise ragioni strutturali richiedano interventi di integrazione muraria, egli farà uso di tecniche e di materiali tradizionali il più possibile compatibili con quelli esistenti, evitando così dannose discontinuità fisiche, chimiche e meccaniche che potrebbero pregiudicare lo stato dei materiali e la buona conservazione del manufatto nel tempo.

Verranno interessate dalle operazioni di conservazione, restauro e integrazione esclusivamente quelle porzioni di paramento nelle quali l'apparecchio murario si presenterà dissestato, privo di ammorsature o in cui si rivelerà la presenza di vuoti e cavità.

Prima di intervenire, sentita la direzione lavori e in sintonia con le disposizioni degli organi preposti alla tutela del bene, l'appaltatore si adopererà al fine di effettuare saggi conoscitivi sulle superfici murarie intonacate, rimuovendo gli strati superficiali a partire dalle tinte fino ad arrivare alla muratura nuda.

Tali indagini saranno eseguite a campione e consentiranno di verificare l'eventuale presenza di dipinti e di decori e di riportare alla luce le tinte originarie; il rinvenimento di ogni stato sarà opportunamente annotato in specifiche schede.

All'occorrenza, saranno eseguite altre indagini (preferibilmente non distruttive) per conoscere meglio l'edificio, in particolare le sue tecniche costruttive, i componenti e i materiali delle varie parti delle membrature che lo compongono, ricorrendo anche ad analisi chimico-fisiche (se queste dovessero rendersi necessarie), specie per quanto attiene le malte.

Risarcitura di murature

La risarcitura di murature, comunemente detta *scuci-cuci*, in relazione alla muratura (sia in pietra che in mattoni) sarà eseguita nei casi in cui la consistenza della stessa dovesse presentare porzioni non più recuperabili perché deteriorate da erosioni e da lacune superficiali o perché fratturate da lesioni più o meno profonde; l'intervento sarà perciò utile nei casi in cui la muratura non fosse più in grado di assolvere, anche solo puntualmente, alle sue funzioni statiche e meccaniche.

L'operazione di risarcitura potrà interessare sia gli strati superficiali che tutto lo spessore della muratura. L'intervento sarà eseguito con estrema cautela e ridotto al minimo indispensabile, così da lasciare quanto più possibile in opera il materiale esistente, purché esso si trovi in un buono stato di conservazione e offra buone possibilità di utilizzo.

Dopo aver individuato e delimitato le aree di intervento, le sarciture saranno eseguite sostituendo gradualmente le parti danneggiate e ammalorate con le parti nuove, secondo una logica di conservazione dei minimi equilibri resistenti; verranno perciò eseguiti piccoli strappi e piccole brecce, se necessario presidiando le parti, e si provvederà immediatamente a riempire tali vuoti con mattoni murati con malta adeguata, la composizione dei quali sarà disposta dalla direzione lavori.

Nella posa dei nuovi conci di pietra o dei mattoni, i quali saranno accuratamente tenuti a bagno al fine di ridurre il dannoso assorbimento dell'acqua contenuta nella malta, si avrà cura di creare le necessarie ammorsature con la muratura esistente, assicurandosi che i mattoni della nuova muratura siano ben connessi e collegati tra di loro.

Tali ammorsature, oltre che nel piano del paramento, dovranno essere realizzate a quinconce anche nello spessore, con funzione di diatoni, in modo da garantire una sezione resistente ben connessa e compatta.

A ciò servirà anche l'inserimento di cunei di legno tra la nuova e la vecchia muratura, così da mettere in carico quest'ultima e consentire l'assorbimento del ritiro della malta; i cunei saranno estratti a ritiro avvenuto e sostituiti con una fila di conci o di mattoni murata con malta fluida fino a rifiuto.

Risarcitura e fissaggio di paramenti murari lapidei

In presenza di paramenti murari storici deteriorati, specie se a vista, di qualunque materiale essi siano e con qualunque tecnica siano stati eseguiti, l'appaltatore dovrà intervenire pulendo innanzitutto le superfici a vista da ogni corpo estraneo presente e, solo successivamente, procedendo alla rimozione manuale o con piccoli mezzi dei singoli elementi sconnessi e labili, evitando danneggiamenti e rotture.

L'appaltatore eseguirà questa operazione per piccoli cantieri solo dopo aver accuratamente fotografato e annotato lo schema dell'apparecchio murario e averne numerato i singoli elementi; ogni parte estratta dovrà essere accuratamente pulita e lavata con acqua e sarà necessario inoltre preparare i letti di posa.

Gli elementi rimossi non più utilizzabili, poiché degradati e danneggiati, saranno sostituiti da identico materiale prelevabile in cantiere, in modo che ne vengano conservate le caratteristiche chimico-fisiche.

La cavità verrà accuratamente pulita e spazzolata e, se necessario, lavata per eliminare le polverosità; dopo aver confezionato la malta, che dovrà essere il più possibile simile a quella originaria e realizzata in ogni caso a base di calce naturale o di tipo idraulico naturale con eventuale aggiunta di sabbia silicea, cocciopesto o pozzolana, gli elementi del paramento verranno rimessi in opera nella posizione originaria, avendo cura di inserirli anche a tergo del paramento stesso. Eventuali additivi per i lavaggi e per le malte dovranno essere usati solo su espressa richiesta della direzione lavori.

Nel caso in cui siano presenti distacchi tra il paramento e il nucleo della muratura, l'appaltatore procederà mediante iniezioni di malta fluida dello stesso tipo adoperato per le commettiture o di altro tipo se indicato dal direttore dei lavori; potranno altresì rivelarsi necessari piccoli interventi di ancoraggio o di zancature del paramento lapideo e di apparati decorativi al nucleo murario, purché se ne faccia un uso limitato facendo ricorso a microbarre di acciaio inox del diametro adeguato (il più piccolo possibile) inserite all'interno di microperfori eseguiti con trapani a sola rotazione, fino al raggiungimento del nucleo di ancoraggio. All'interno dei perfori verrà iniettato idoneo materiale fluido (malta o resina, su disposizione della direzione lavori). La stuccatura dei giunti verrà eseguita adoperando malta di calce e inerti del tipo e della granulometria simile a quella esistente; se necessario verranno aggiunti alla malta e agli inerti cocciopesto o polvere di marmo.

In caso di lacune del paramento o di impossibilità di recupero del materiale, sarà necessario utilizzare in via prioritaria analogo materiale di recupero; in caso di mancata disponibilità, si procederà adoperando materiale nuovo e il più possibile simile all'originale.

Nella logica generale dell'intervento, in sintonia con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela, si procederà mantenendo leggibile l'integrità complessiva della compagine architettonica e differenziando, a seconda del caso, le nuove integrazioni con giunti sottosquadro, con lavorazione superficiale differente, ecc.

Integrazioni di paramenti murari a vista

Le integrazioni di paramenti murari a vista verranno condotte con procedura ricostruttiva: pertanto verranno eseguiti un rilievo geometrico e un rilievo fotografico oppure fotogrammetrico del prospetto del paramento e un rilievo analitico esteso in profondità, tramite eventuali indagini e accertamenti diagnostici, ampliando l'operazione anche alle superfici contigue.

I risultati cui si approderà daranno la possibilità di individuare la forma e le dimensioni dei conci o degli elementi da reintegrare, così da predisporre adeguatamente gli elementi nuovi; dalle indagini saranno ricavate anche le informazioni relative alla posa e alle ammorsature che saranno quindi riproposte.

In accordo con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela del bene, la finitura superficiale potrà essere del tutto simile a quella precedente o differenziata secondo le modalità disposte.

Se necessario, l'appaltatore eseguirà le opere di messa in sicurezza o di protezione ritenute indispensabili e successivamente, procedendo per cantieri preferibilmente dal basso, provvederà a rimuovere i conci degradati e a sostituirli con quelli nuovi, previa pulitura del piano di allettamento mediante spazzole o piccole scope e, se necessario, mediante lavaggi veloci.

Potrà rivelarsi utile, sempre procedendo per cantieri, posare a secco i conci mediante l'utilizzo di cunei sostitutivi dei giunti, in modo che si possa valutare il risultato formale della composizione del nuovo paramento prima di murarlo con la malta.

Se ritenuto utile, si potranno realizzare fissaggi con perni metallici o zanche in acciaio inox.

La malta sarà predisposta secondo le indicazioni della direzione lavori, tramite l'utilizzo di calce idraulica caricata con idonei inerti, scelti in relazione ai giunti esistenti mentre la stilatura verrà accuratamente eseguita con grassello di calce e inerti a grana fine.

Protezione delle teste dei muri

Al fine di garantire la conservazione delle murature libere, la parte sommitale delle stesse dovrà essere protetta dagli effetti disgreganti e distruttivi degli agenti atmosferici mediante superfici di sacrificio. L'appaltatore provvederà all'eliminazione della vegetazione infestante, muschi e licheni, avendo cura di verificare che nessun apparato radicale resti immerso nella muratura; se necessario procederà anche con l'uso di biocidi.

L'appaltatore eseguirà sui cimali la pulizia con spazzole di saggina e con aspiratori e quindi tutte le sarciture, le integrazioni, le ricostruzioni e le stuccature necessarie secondo quanto già descritto precedentemente; predisporrà inoltre la superficie in modo da eseguire una protezione che risulti spianata. Confezionerà una malta idraulica naturale composta interamente da calce idraulica (che potrà sostituire in parte con grassello di calce), cocchiopesto, sabbia vagliata o pozzolana e altri inerti del tipo e della dimensione richieste dalla direzione lavori, quali ad esempio tritume di pietre a varia granulometria e pezzatura del tipo identico o simile alla muratura, nel rapporto inerti-legante 3 : 1.

Tale conglomerato verrà posato in opera a strati successivi: si inizierà a sigillare la tessitura muraria della cresta del muro e si procederà successivamente dando un adeguato andamento alla superficie finale, che potrà risultare a bauletto, a capanna o a una sola pendenza; in ogni caso dovrà essere in grado di garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e la tenuta nel tempo.

Se necessario, alla base della malta di sacrificio potrà essere inserita una lamina di piombo o uno strato di cartongesso bitumato con funzione impermeabile; la posa di tessuto non tessuto avrà invece effetto antiradice.

Per muri di una certa lunghezza sarà previsto l'utilizzo di interruzioni con funzione di giunti.

La finitura superficiale del bauletto protettivo sarà ottenibile anche tramite l'infissione di pietre la cui dimensione e la cui tipologia saranno quelle indicate dalla direzione lavori, avendo cura di tenere bagnata la malta affinché non si verifichino ritiri eccessivi e la possibilità di infiltrazioni, specie in corrispondenza dei sassi. Eventuale utilizzo di additivi antiritiro dovrà essere concordato con la direzione lavori.

Rifacimento dei giunti di malta

La conservazione delle murature sarà garantita anche da interventi di ristilatura dei giunti.

L'appaltatore dovrà eseguire adeguate analisi chimico-fisiche sui giunti esistenti, in modo da individuare i vari tipi di componenti e la granulometria che posseggono.

Nei manufatti storici, nella maggior parte dei casi, sarà necessario intervenire rimuovendo i giunti incongrui per tipo e materiale nonché eliminando quelli non più compatti, in modo da liberare e ripulire gli elementi che costituiscono la muratura.

Se necessario si farà uso di scalpelli, in modo da non danneggiare i materiali.

Le superfici, dopo accurata pulizia, verranno anche meticolosamente lavate, dopo di che si procederà alla posa dei vari strati dei giunti.

La malta di arriccio verrà preparata con calce idraulica e sabbia vagliata, possibilmente del tipo già in opera, e verrà posata con adeguate spatole in modo da evitare danneggiamenti alle superfici del paramento.

Lo strato di finitura, sulla scorta delle indagini effettuate, verrà preparato in modo da risultare del tutto simile a quello esistente e prima della posa verranno eseguite apposite campionature di verifica sulla colorazione e sulla consistenza sì da risultare, a lavoro finito, affine ai giunti preesistenti; saranno adoperati grassello di calce e sabbia additivate con cocchiopesto o polvere di marmo nelle proporzioni necessarie; infine eseguirà un trattamento con spugna bagnata. L'utilizzo di qualsiasi altro additivo dovrà essere disposto dalla direzione lavori, previo parere degli organi preposti alla tutela del bene.

Art. 11. Consolidamento delle murature

Generalità

Gli interventi di consolidamento murario saranno volti a migliorare le prestazioni statiche e antisismiche dei manufatti edilizi, i quali dovranno conservare la compagine, la configurazione e la funzione strutturale storica iniziale; tali interventi saranno approntati in modo da salvaguardare e conservare le testimonianze della tradizione edilizia e costruttiva evitando ogni dannoso stravolgimento sia sul piano strutturale che tecnico-costruttivo e escludendo quindi metodi e tecniche lontane dalla tradizione specifica che possano generare eventi dirompenti e alterativi di una condizione stratificata e stabilizzata.

Dovranno preferirsi interventi compatibili con la tutela del bene, eventualmente reversibili e riconoscibili all'interno di una compagine generale di coerenza architettonica. Sarà necessario, pertanto, completare e approfondire tutte quelle indagini che, non realizzate in fase di pre-cantiere per assenza di condizioni favorevoli, saranno invece fondamentali per approdare a una conoscenza compiuta del manufatto architettonico.

Sia sul piano strutturale che sul piano costruttivo, su disposizione della direzione lavori, potranno essere eseguiti saggi esplorativi anche all'interno degli spessori murari o in prossimità di lesioni e di giunti costruttivi, sì da approfondire la conoscenza sui vuoti e sulle lacune, sulla qualità e sulla consistenza muraria evitando il più possibile interventi distruttivi; le risultanze di tali approfondimenti di indagine saranno registrati in apposite schede unitamente a ogni informazione utile circa le stratificazioni e i mutamenti antropici subiti dalla costruzione.

Qualora tali approfondimenti introducano variazioni delle condizioni poste a base del progetto, in accordo con la direzione lavori, dovranno essere messi in atto correttivi adeguati.

Nell'esecuzione di tali interventi le "Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, anno 2006" costituiranno un valido riferimento.

Gli interventi di consolidamento dovranno, quindi, tenere conto della natura del materiale, delle malte di allestimento, della tecnica del murare messa in opera, della sezione della muratura, dei vuoti rilevati, ecc.

Nel caso si verifichino accelerazioni di dissesti, questi dovranno essere monitorati e/o presidiati secondo i principi e i criteri indicati nel paragrafo specifico.

Le murature saranno consolidate, ove possibile, secondo le modalità contenute:

- nel D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- nel D.M. LL.PP. 2 luglio 1981 n. 198 "Normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata Campania e Puglia";
- nelle circolari ministeriali n. 21745 del 30 luglio 1981 "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione e il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma";
- nel D.M. 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- nella circolare del Ministero dei LL.PP. n. 30787 del 4 gennaio 1989, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- nella circolare del Ministero dei LL.PP. del 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica".

Consolidamento mediante iniezioni di legante di malta non armate

Le iniezioni di leganti serviranno a riempire vuoti e lacune (nel caso in cui non fossero colmabili diversamente) prodotte da dilavamenti e percolamenti di acque meteoriche o derivanti dalla messa in opera della tecnologia costruttiva cosiddetta *a sacco*; sarà l'appaltatore a individuare le parti sulle quali intervenire mediante queste iniezioni.

Questa operazione di delimitazione verrà eseguita su indicazione della direzione lavori anche dopo eventuali indagini più o meno complesse, indagini che potranno andare dalla semplice percussione fino a quelle a ultrasuoni, ma che saranno sempre e comunque di tipo non distruttivo.

L'appaltatore approfondirà la conoscenza del tipo di malta già impiegata in opera e, sulla base dei dati acquisiti a riguardo, predisporrà la composizione della nuova miscela.

Verranno eseguite preventivamente iniezioni-campione in maniera da verificare la capacità di penetrazione della malta, la sua consistenza e gli effetti che è in grado di dispiegare; tali campioni saranno numerati e registrati sulle apposite schede, sulle quali verrà riportato il tipo di miscela, la data di esecuzione e ogni altra informazione utile a esprimere una valutazione.

Le perforazioni verranno eseguite su entrambe le facce (preferibilmente in corrispondenza dei giunti di malta) fino alla metà almeno dello spessore del muro, adoperando strumenti a sola rotazione dotati di punta ad alta durezza. Nel caso di piccoli spessori (al di sotto dei 60-70 cm), si potrà intervenire su una sola faccia. Le perforazioni avranno andamento leggermente inclinato (massimo del 10%, solo per murature di mattoni pieni l'inclinazione sarà del 45%), in modo da agevolare l'afflusso della malta; all'interno dei perfori saranno inserite e sigillate le cannule che accoglieranno i boccagli di iniezione e che consentiranno alla miscela in esubero di fuoriuscire.

Al fine di evitare che la miscela iniettata possa fuoriuscire dai paramenti, giunti, sconnessioni e fratture sui due paramenti dovranno essere sigillate anche temporaneamente (in alcuni casi potrà adoperarsi anche stoppa o altro materiale removibile).

Per murature a tessitura incerta, sarà preferibile non rimuovere l'intonaco prima delle iniezioni.

Prima di iniettare il legante, preferibilmente il giorno prima, la muratura verrà saturata con acqua pura e demonizzata: sarà così possibile verificare l'esistenza di eventuali fratture invisibili sulle quali verranno eventualmente eseguite le sigillature temporanee, in modo da evitare la muratura, a causa della propria secchezza, assorba immediatamente la malta iniettata bruciandola.

La miscela sarà una boiaccia ottenuta da grassello di calce o da calce idraulica con aggiunta di inerti quali sabbia, pozzolana e cocciopesto molto fini, così da ottenere una miscela fluida e priva di sali solubili.

Se previsto in progetto o dalla direzione lavori, potrà essere additivata da prodotti fluidificanti (per esempio gluconato di sodio) e antiritiro (per esempio polvere di alluminio), così da evitare fenomeni di segregazione e ritiri eccessivi.

A seconda del tipo di muratura e dei vuoti presenti, seguendo le prescrizioni in progetto e le disposizioni della direzione lavori, le iniezioni potranno essere diffuse (2-3 ogni metro quadrato, disposte preferibilmente a quinconce, preferendo diametri piccoli per un numero maggiore di perfori) oppure localizzate in prossimità dei vuoti accertati; esse saranno eseguite a bassa pressione (0,5-1,5 atm) con pompe manuali o automatiche dotate di manometro, procedendo dal basso verso l'alto e dalle estremità verso il centro, aumentando la pressione man mano che si procede verso l'alto.

Solo nei casi di murature fortemente deteriorate si potranno eseguire iniezioni a gravità, inserendo degli imbuto e lasciando cadere all'interno delle murature stesse la miscela fino a esaurimento del contenuto e provvedendo al successivo rabbocco fino a saturazione; sarà possibile in questi casi anche fare uso di casseformi con interposta guaina.

In alcun modo il paramento dovrà essere deteriorato dalla malta e, pertanto, si provvederà immediatamente alla pulitura delle sbavature mediante spugnetta assorbente imbevuta di acqua deionizzata.

Alla fine delle iniezioni e dopo la presa, sarà opportuno oltre che utile effettuare rilevazioni del comportamento della muratura interessata.

Consolidamento mediante iniezioni armate

I consolidamenti mediante iniezioni armate saranno realizzati, solo quando non siano possibili altri interventi risolutivi, in punti localizzati al fine di rinforzare cantonali o connessioni d'angolo (a T o a croce) di murature, pareti lesionate, ammorsature.

Le iniezioni armate serviranno al rafforzamento della muratura mediante un reticolo interconnesso di cuciture metalliche in grado di aumentare la resistenza agli effetti di trazione, pressoflessione e taglio. Verranno realizzati perfori di diametro adeguato per permettere l'inserimento dell'armatura con i suoi distanziatori, i quali serviranno a evitare l'eccentricità dell'armatura rispetto al foro e a procedere con la successiva iniezione della malta; tali distanziatori avranno un andamento inclinato del 45%, lunghezza adeguata allo spessore del muro e distanza reciproca di 40-50 cm.

Le barre saranno zincate di diametro 12-20 mm a aderenza migliorata; ancora più vantaggioso l'utilizzo di acciaio inox filettato del tipo AISI 316L di diametro adeguato.

Al fine di migliorare l'aderenza della malta, tali barre potranno essere opportunamente coperte con adeguata biacca; in presenza di murature di modesto spessore questo intervento andrà evitato, in quanto si rivelerebbe inefficace.

Per quel che attiene a tutte le altre operazioni di preparazione del supporto murario e delle malte, per effettuare le iniezioni e le altre operazioni necessarie a dare l'opera finita a regola d'arte, varranno le considerazioni già espresse in precedenza.

Se previsto in progetto le barre di armatura potranno essere del tipo FRP, purché rese preventivamente rugose al fine di migliorarne l'aderenza e la resistenza chimica all'interno delle condizioni murarie. Nel caso in cui si rendesse necessaria una maggiore elasticità, si preferiranno barre in vetro o in aramide.

Consolidamento mediante intonaco o paretine armate

Gli interventi di consolidamento mediante intonaco o paretine armate saranno eseguiti sulle due facce di murature particolarmente degradate o con lesioni diffuse (se di impossibile sostituzione e purché prive di particolari valenze storico-artistiche e architettoniche), delle quali potranno migliorare la sezione resistente mediante lastre verticali di placcaggio in malta idraulica, armate con reti in acciaio inossidabile o acciaio zincato elettrosaldato posate su ambo i lati, purché collegate da elementi metallici passanti attraverso lo spessore del muro.

L'appaltatore rimuoverà l'intonaco e pulirà in profondità i giunti e le superfici murarie; disporrà la rete le cui maglie avranno le dimensioni prescritte minimo 10 x 10 cm e massimo 20 x 20 cm, effettuando le opportune sovrapposizioni di almeno 20 cm e i risvolti trasversali in corrispondenza di imbotti e angoli murari. Eseguirà le perforazioni passanti attraverso lo spessore del muro (4-6 ogni m²) facendo uso di trapani a sola rotazione.

Le barre in acciaio inox filettato o zincato a aderenza migliorata avranno diametro compreso tra i 4 e gli 8 mm e sposteranno di circa 10 cm su ogni lato e, legate alla rete e ripiegate a uncino, costituiranno le spillette di collegamento; per migliorare l'aderenza potranno essere trattate superficialmente con boiacca passivante. La rete potrà anche essere realizzata in opera mediante uso di tondini oppure sostituita con maglie di materiale polipropilenico adeguato al tipo di intervento: tale intervento sarà efficace se l'appaltatore adopererà tutte le precauzioni necessarie, in particolar modo nella posa della rete che dovrà essere distanziata di alcuni cm dalla parete, in modo da garantire una posizione baricentrica all'interno della sezione della paretina di placcaggio.

La malta sarà realizzata con calce idraulica naturale miscelata con inerti quali cocciopesto, pozzolana, metacaolino, e sabbie silicee, evitando l'uso del cemento in quanto meno lavorabile e meno traspirante.

La muratura sarà opportunamente imbibita di acqua fino a saturazione, dopo di che si procederà alla posa della malta per strati successivi fino a raggiungere la superficie finale, avendo cura di riempire ogni vuoto a tergo della rete.

Per spessori fino a 3 cm la posa avverrà a spruzzo; da 3 a 5 cm si procederà manualmente, oltre e fino ai 10 cm si farà uso di casseformi. Per 48 ore le paretine dovranno essere tenute costantemente umide e dovranno essere protette dal sole e dal vento.

Tali interventi potranno interessare anche superfici localizzate quali lesioni isolate, lesioni d'angolo e lesioni in corrispondenza di aperture, avendo cura di lasciare la paretina sottosquadro rispetto agli intonaci contigui in modo da poter riprendere successivamente il piano con intonaco dello stesso tipo.

Consolidamento mediante materiali compositi (FRP ossia *Fiber Reinforced Polymers*)

Gli interventi consolidativi mediante materiali compositi serviranno a rafforzare la resistenza a trazione e a migliorare l'elasticità/duttilità della muratura.

L'appaltatore provvederà a un'accurata pulitura preventiva delle parti da trattare eliminando polveri e materiali incoerenti, stuccando fessurazioni e irregolarità e realizzando superfici murarie il più possibile piane.

I prodotti compositi potranno essere in nastri di fibre di vetro, di carbonio o aramidiche e saranno messi in opera direttamente sulle superfici da consolidare, siano esse ampie o localizzate in lesioni puntuali e angoli di muratura.

Ogni operazione verrà eseguita a partire dall'osservazione scrupolosa delle disposizioni previste dallo specifico prodotto; data la particolarità del tipo di intervento, l'appaltatore farà riferimento alle modalità tecniche previste dagli specifici prodotti e per la posa ricorrerà a personale specializzato.

Sulla superficie perfettamente pulita verrà messo in opera un *primer* fluido a bassa viscosità di resina epossidica stesa a pennello o a rullo, avendo cura di aumentare la dose o di intervenire con successivi strati in presenza di superfici porose e ruvide; ad asciugatura avvenuta si provvederà, se richiesto dal progetto o dalle condizioni particolari in cui si trovano le parti da consolidare, a operare una rasatura con stucco epossidico eseguita a spatola o a fratazzo, atta a livellare le superfici: un adesivo epossidico generalmente bicomponente e di tipo tixotropico sul quale immediatamente mettere in opera i nastri, secondo la disposta grammatura e orditura, avendo cura di effettuare le necessarie sovrapposizioni sia in senso longitudinale (20-30 cm) che in senso trasversale (2-5 cm). Per migliorare l'adesione del nastro alla resina e per eliminare eventuali piccole bolle di aria si farà uso di un rullo in gomma, lasciandolo scorrere con leggera pressione nella direzione delle fibre.

Dopo un'ora circa si passerà una seconda mano di resina atta a racchiudere le fibre e, nel caso si debbano disporre altri strati di nastro, si procederà come descritto sopra.

Sulla superficie ancora fresca, così come si trova alla fine delle varie operazioni, per migliorare la scabrezza e l'adesione dell'intonaco, si procederà a spolverare sabbia al quarzo.

Consolidamento mediante tiranti metallici

Il consolidamento mediante tiranti metallici interni alla muratura prevede che l'appaltatore individui i piani di posa, segnando accuratamente l'asse dello stesso tirante.

Mediante apposita carotatrice a sola rotazione, l'appaltatore provvederà a preparare l'alloggiamento evitando di alterare gli equilibri e le condizioni statiche; nel caso di rafforzamenti di murature in corrispondenza di solai, quindi quando tali tiranti fungano da cordolature atte a sostituire interventi in breccia, verranno messi in opera quanto più possibile al livello delle parti strutturali degli stessi solai, quindi al di sotto delle pavimentazioni e possibilmente immersi nella muratura.

Per tiranti esterni alle murature potranno adoperarsi sezioni circolari, piatte, quadrate, ecc; in questo caso verrà predisposta una scanalatura adeguata affinché la catena venga in ultimo interamente ricoperta dalla malta antiritiro, in modo da poter essere celata successivamente dallo strato di intonaco.

In generale i tiranti potranno essere barre rigide preferibilmente inox oppure trefoli in acciaio inox armonico o ancora in fibra di carbonio o aramidica, in ogni caso alle estremità saranno dotati di elementi in acciaio adeguatamente filettati per almeno 10-15 cm e poi applicati all'interno della muratura o nella scanalatura, con le estremità fissate con piastre atte a distribuire adeguatamente i carichi.

I tiranti potranno essere di tipo antiespulsivo (con possibilità di libertà all'interno del perforo) oppure bloccati all'interno degli spessori; a seconda dei casi si potrà interporre una guaina con funzione protettiva e di scorrimento sia sotto le piastre che intorno al tirante stesso; con chiave dinamometria, operando sia a caldo che a freddo, verrà assegnata la tensione prevista in progetto; solo se richiesto dalle prescrizioni della direzione lavori, si salderanno i dadi di chiusura e si procederà a iniettare malte adeguate all'interno delle cavità.

A seconda dei casi potranno essere realizzati capochiavi a paletto che l'appaltatore provvederà a inclinare di 45°, con braccio maggiore rivolto verso il muro ortogonale in modo da poter contrastare contemporaneamente sia con il muro che con solaio; nei casi in cui sia impossibile procedere alla posa di piastre/capochiavi, si dovranno realizzare, a seconda dei casi, bulbi di ancoraggio alle estremità che verranno posti all'interno della muratura stessa.

L'intervento di tirantature, in generale, potrà essere realizzato anche con andamento verticale o inclinato, in modo da contrastare le specifiche tensioni presenti nelle murature. In particolare, i tiranti verticali dovranno essere accuratamente ancorati ad di sotto delle fondazioni e portati fino in sommità con piastre e dadi di bloccaggio (su una muratura ben consolidata e preparata a tale funzione). Tutte le parti in acciaio a vista dovranno essere protette da ossidazione e corrosione.

Consolidamento mediante diatoni artificiali

Il consolidamento mediante diatoni artificiali, che prevede l'inserimento di elementi trasversali allo spessore murario (diatoni) in grado di rendere monolitica la muratura, servirà al rafforzamento della consistenza di murature molto scadenti e decorse; sarà necessario venga eseguito con estrema accuratezza dopo che sia stato rilevato e annotato lo stato generale delle murature stesse.

L'appaltatore sceglierà le porzioni murarie più compatte e eseguirà i fori con sonda a sola rotazione ad andamento assiale rigorosamente ortogonale alla superficie muraria; i tappi del materiale sulle due superfici murarie saranno conservati per ricostruire il paramento; all'interno del foro saranno inserite le armature in acciaio inox o passivato (composte da elementi a spirale del diametro di 4-6 mm e elementi longitudinali del diametro di 8 mm collegate alla prima), avendo l'accortezza di distanziarle dalle pareti del foro affinché risultino centrate nel nucleo; dopo aver stuccato e sigillato i giunti della muratura contigua ai punti in cui verranno realizzati i diatoni, l'appaltatore provvederà alla chiusura sottosquadro delle estremità del foro in modo da poter posizionare alla fine i tappi del paramento, a esclusione delle aperture per le iniezioni e per la fuoriuscita di aria in fase di iniezione.

La miscela fluida, preparata secondo le indicazioni di progetto o le disposizioni della direzione lavori, sarà iniettata gradualmente, con una leggera pressione, fino a rifiuto: sarà necessario pulire immediatamente le eventuali fuoriuscite di malta.

Consolidamento di aperture esistenti o realizzazione di nuove aperture su murature portanti mediante cerchiature

Il consolidamento o la realizzazione/allargamento di aperture su murature portanti deve essere realizzato solo dopo un attento esame della consistenza muraria sulla quale si dovrà intervenire; sarà preferibile operare in condizioni di non troppo avanzato dissesto. Successivamente si puntellerà adeguatamente la porzione di solaio che grava sull'architrave, in modo da trasferirlo in corrispondenza dei piedritti dell'apertura.

Verranno riportate le misure dell'apertura da realizzare o da allargare aumentando la luce netta delle dimensioni necessarie alla realizzazione delle mazzette (siano esse in muratura, in cemento armato o in acciaio), prima della realizzazione delle quali ne verrà eseguita la demolizione.

I piedritti in muratura rafforzata avranno almeno tre teste dotate di adeguate ammorsature alla muratura esistente e saranno realizzate seguendo la tecnica dello scuci-cuci e maltando con calce idraulica naturale.

Se necessario, la muratura delle nuove spallette sarà rinforzata con rete elettrosaldata risvoltata all'interno dell'imbotte, fino alla copertura della vecchia muratura; nel caso si usi l'acciaio, verranno inseriti profili del tipo HEA lungo lo spessore del muro, i quali verranno poi saldati tra di loro; perimetralmente verranno realizzate zancature metalliche con barre in acciaio ad aderenza migliorata saldate ai profilati e inserite nella muratura, avendo cura di chiudere le cavità di tali ancoraggi mediante malta di calce idraulica preferibilmente a ritiro compensato.

Successivamente, l'appaltatore eseguirà le demolizioni in corrispondenza degli architravi procedendo in maniera graduale, così da inserire il primo profilo metallico su una faccia del muro e successivamente l'altro sull'altra faccia. Gli architravi, adeguatamente dimensionati e se necessario irrigiditi con alette, andranno ad appoggiarsi sui piedritti già realizzati e dotati di piastre e a queste verranno successivamente saldati.

Nel caso gli architravi poggino su piedritti in muratura, avranno una lunghezza tale da compensare per lato una volta e mezzo lo spessore del muro; a posa avvenuta, gli architravi saranno messi in carico in carico con cunei. Successivamente si demolirà la muratura e si salderanno agli architravi gli elementi di collegamento trasversale tra i due profilati oppure si inseriranno (in fori preventivamente realizzati nell'anima dei profili metallici) chiavarde bullonate alle due estremità.

Tavelle o mattoni appoggiati sulle ali fungeranno da cassaforma per il successivo getto di malta, il quale verrà eseguito sopra l'architrave.

I piedritti saranno collegati inferiormente con traverso costituito da un piatto di acciaio saldato agli elementi verticali

Gli interventi di eventuale chiusura delle parti metalliche a vista saranno eseguiti nel modo disposto dalla direzione lavori.

Per finiture intonacate potrà essere utilizzata sui profili metallici rete in acciaio a maglia fitta, in modo che migliori l'aggrappaggio.

Tutti i manufatti metallici saranno trattati e protetti preventivamente con boiacca passivante.

Art. 12. Costruzioni di murature di vario genere

Generalità

La costruzione di murature, sia in materiale naturale che artificiale, dovrà essere realizzata a partire dalle indicazioni contenute nelle prescrizioni di cui:

- alla L.64/74, al D.M. 24 gennaio 1986 e alla circolare del Ministero dei LL.PP. del 19 luglio 1986 n. 27690 per quanto riguarda le costruzioni sismiche;
- con riferimento altresì al D.M. 20 novembre 1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- alla circolare del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 3787 del 4 gennaio 1989, alla circolare del Ministero dei LL.PP. n. 30787 del 4 gennaio 1989, “Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- al D.M. LL.PP. del 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”, alla Circolare del Ministero dei LL.PP. del 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica” e al D.M. 14 settembre 2005 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- al D.M. 14 gennaio 2008, “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

L’appaltatore farà in modo di eseguire le murature attenendosi alle indicazioni e alle prescrizioni previste dal progetto; nella scelta del materiale sarà adoperata estrema cura e gli elementi che presenteranno difetti per forma e per consistenza verranno scartati.

Il materiale prima della posa sarà sempre tenuto a bagno fino a rifiuto e prelevato in tempo utile per permettere all’acqua in eccesso di evaporare.

La malta sarà composta secondo le indicazioni date dalla direzione dei lavori.

L’appaltatore prediligerà la malta composta con calce naturale o idraulica e presterà una certa attenzione alla preparazione dei letti di posa orizzontali e dei giunti verticali, secondo la regola dell’arte, avendo anche cura di mettere in opera elementi di collegamento, atti a tenere la muratura legata nello spessore.

La realizzazione della muratura sarà eseguita in modo perfettamente verticale e secondo la forma prescritta. Prima di iniziare la posa del materiale, a livello di fondazione potrà essere steso un foglio di materiale impermeabile; quanto alla formazione di angoli e spigoli, di vani vuoti, rientranze, spallette, piattabande, canne fumarie, cavedi e altro, l’appaltatore realizzerà accuratamente tutte le ammorsature necessarie al fine di garantire la tenuta dei singoli elementi e al fine di collegare la nuova muratura a quelle già esistenti. Qualora debbano essere realizzate successivamente altre porzioni di muratura, l’appaltatore lascerà le opportune prese e gli opportuni dentelli in modo da impostare la realizzazione di altri tratti murari e di archi o di spallette di porte e finestre. Tutti i giunti verticali dovranno essere accuratamente sfalsati e quelli orizzontali ben allineati.

Nel caso di edifici a più piani, le murature dovranno garantire un perfetto collegamento reciproco anche mediante eventuale cordolo che assicuri la perfetta distribuzione dei carichi.

Per quanto possibile, all’atto stesso della realizzazione della muratura, l’appaltatore predisporrà tutte le tracce per gli impianti, per i tiranti, i capochiavi o altro, in modo da evitare interventi successivi che comporterebbero la realizzazione di tracce e demolizioni inopportune, dannose alla stabilità della struttura muraria.

I lavori non potranno essere eseguiti durante periodi di gelo ma, in caso di improrogabilità, verranno approntate misure a protezione.

Le murature eseguite saranno tenute bagnate per almeno 10 giorni, in maniera da evitare repentine asciugature e distacchi tra malte e materiale.

La realizzazione delle murature seguirà inoltre la tradizione esecutiva locale.

Murature di pietrame a secco

Le murature di pietrame a secco saranno realizzate su terreno ben costipato tramite l'utilizzo di pietre regolari e a esclusione di quelle di forma tondeggiante.

L'appaltatore posizionerà le pietre di dimensioni più estese sugli strati inferiori della muratura e proseguirà selezionando forma e dimensioni opportune, facendo anche uso di scaglie al solo fine di appianamento e di riempimento di interstizi; sceglierà inoltre le migliori pietre per il paramento in vista e avrà cura di inserire elementi diatonici atti a rendere più solidale la muratura.

Nel caso di esecuzione di drenaggi, si atterrà a quanto specificato nel paragrafo di riferimento.

Per la realizzazione di muri di contenimento, potranno essere eseguite opportune feritoie atte al deflusso delle acque; le estremità superiori libere saranno sempre realizzate con murature chiuse e sigillate con malta idraulica e scaglie di pietra.

Murature di pietrame con malta

Le murature di pietrame potranno avere fondazione in pietrame.

La muratura sarà realizzata con l'inserimento di pietrame di varie dimensioni e tramite il getto di malta piuttosto liquida, facendo in modo di riempire con essa cavità e interstizi e di avvolgere di malta ogni pietra in modo da rendere compatta la muratura.

L'appaltatore procederà alla costipazione e farà in modo che i cavi di fondazione siano ben riempiti, così da evitare che eventuali cunicoli possano provocare la dispersione della malta riducendo conseguentemente la compattezza della muratura.

La muratura proseguirà superiormente con il pietrame (almeno 0,45 m³ di pietra ogni m³ di muratura), che verrà opportunamente spianato con martello per creare le superfici di appoggio e di allettamento della malta. Gli elementi lapidei di recupero prima della posa verranno accuratamente puliti, lavati e imbibiti e quindi messi in opera a mano, su letto orizzontale, anche in questo caso battendo con il martello al fine di ottenere costipazione sia orizzontale che verticale della malta.

Saranno adoperati frequentemente elementi diatonici in modo da rendere compatta la muratura, mentre i giunti dovranno essere realizzati seguendo tutte le indicazioni riportate fra le generalità, avendo cura di inserire scaglie o pietre di piccole dimensioni negli spazi più estesi.

Per murature di pietrame a vista, specie quelle regolari o pressoché regolari, si userà per la faccia privilegiata il materiale più spianato e lavorato, evitando sporgenze o rientranze che superino i 25-30 mm; si eviterà altresì la visibilità di scaglie e elementi di riempimento, realizzando con estrema perizia i profili visibili e il loro combaciamento nonché i giunti che li connettono, i quali non dovranno essere mai sfalsati meno di 10 cm.

La facciavista potrà essere a mosaico, a pietra squadrata irregolare e a pietra squadrata regolare, lavorata con grana ordinaria, in ogni caso collegata con diatonici al nucleo della muratura.

In prossimità di spigoli, spallette, nicchie, cavedi e canne fumarie oppure per archi, piattabande o altro, la lavorazione non verrà eseguita in pietrame ma in mattoni o in pietra squadrata, in modo da assicurare gli adeguati ammorsamenti e la perpendicolarità e regolarità della parte interessata.

Nel caso di pietra squadrata, i filari dovranno essere regolari e ben orizzontali; si potranno avere filari di altezze diverse (altezza non inferiore ai 20 cm), avendo cura di intercalarli ponendo sulla parte inferiore i filari più alti oppure alternandoli, a seconda della tradizione locale e delle indicazioni date dalla direzione lavori.

A presa avvenuta sarà eseguita la stuccatura dei giunti, previa scarnitura della malta di allettamento e lavaggio della muratura dalle polveri e dai residui, in modo da consentire un sicuro ancoraggio.

La finitura superficiale della stuccatura potrà essere lasciata naturale, spazzolata o lisciata col ferro o ancora sarà eseguita con mezzi e utensili della tradizione locale; qualora sulla muratura debba essere successivamente eseguito un paramento regolare, dovranno essere lasciate sporgenti quelle parti o quegli elementi che possano consentire un appoggio del paramento e una sua ammorsatura.

Murature di mattoni

Quanto alle murature di mattoni, il materiale che le compone dovrà essere bagnato per immersione fino a saturazione, avendo cura di prelevare al momento dell'uso così da consentire il gocciolamento dell'acqua in eccesso: questa pratica eviterà l'immediato assorbimento dell'acqua presente nella malta, che potrebbe avere conseguenze negative per la compattezza della muratura.

La muratura sarà realizzata tramite l'allettamento della malta su filari perfettamente orizzontali, premendo ogni mattone sulla malta stessa in modo che tutti i vuoti vengano eliminati.

Per le murature faccia vista, l'esecutore avrà cura di ripulire immediatamente la faccia in vista dai residui e dalle colature di malta; il giunto sarà variabile tra i 5 e i 10 mm e sarà rabboccato e completato solo a presa della muratura avvenuta, in modo da poter essere lavorato in modo opportuno per la faccia vista secondo le modalità disposte.

La composizione della malta seguirà le indicazioni di progetto e quelle della tradizione locale, in ogni caso gli inerti che la compongono verranno opportunamente vagliati in modo da ottenere una granulometria compatibile con le dimensioni del giunto.

La muratura potrà essere a una o più teste di mattoni e sarà ordita secondo le indicazioni progettuali o secondo la tradizione locale, purché nel suo spessore siano realizzate le opportune prese e gli opportuni collegamenti.

L'appaltatore avrà cura di selezionare il materiale escludendo, specie per la faccia vista, quello che presenti anche il minimo difetto di colorazione o consistenza (calcinarioli, cavillature, scheggiature, ecc.), scegliendo per la faccia vista la coloritura più uniforme.

In ogni caso, i mattoni saranno prelevati dal bancale in modo che vengano miscelati secondo le indicazioni della ditta produttrice.

Per archi e piattabande, i mattoni dovranno essere messi in opera seguendo il centro di curvatura dell'arco generatore; il giunto inferiore non dovrà essere mai superiore ai 5 mm e il giunto superiore mai superiore ai 10 mm.

Murature in foglio o in laterizio forato

Le murature in foglio o in laterizio forato richiedono una selezione di materiale ancora più accurata rispetto alle precedenti, in quanto i mattoni da utilizzare dovranno essere ben formati con spigoli rettilinei, mentre verranno scartati quelli deformati e scheggiati poiché inficerebbero la stabilità della parete; lo stesso rigore è richiesto per i piani orizzontali.

Nel caso in cui le pareti giungano fino al solaio superiore, dovranno essere messe bene in contrasto in modo da assicurare la stabilità stessa della muratura.

Se necessario, potranno essere realizzate staffature o collegamenti al piede e in sommità; per pareti di altezza inferiore, la posa contestuale di controtelai per porte o aperture in genere contribuirà al miglioramento della stabilità.

Murature miste

Le murature miste saranno realizzate a fasce alternate di pietra o pietrame e mattoni.

Si procederà per filari regolari, avendo cura di tenere il piano di allettamento sempre orizzontale.

In prossimità di spigoli, spallette, nicchie, cavedi e canne, archi, piattabande o altro, la parte in pietrame sarà eseguita in mattoni o in pietra squadrata, in modo da assicurare gli adeguati ammorsamenti e la perpendicolarità e regolarità della parte.

Il collegamento delle diverse parti di muratura e dei diversi materiali dovrà garantire prese sia orizzontali che verticali.

Murature di calcestruzzo

L'esecuzione dei muri in calcestruzzo richiede che la malta venga gettata appena pronta; l'appaltatore dovrà operare per strati non superiori ai 30 cm, in modo da consentire la battitura, la costipazione, la vibrazione del materiale e l'eliminazione dell'aria presente.

Nel getto degli strati successivi, che dovrà avvenire a breve distanza, si dovrà procedere al rimescolamento fino allo strato inferiore.

Per casseformi di muri stretti, il materiale dovrà essere gettato con forza, così da penetrare anche all'interno dello strato esistente e a questo mescolarsi, eliminandone anche i vuoti.

Per murature da realizzare sott'acqua verranno utilizzati scivoli e tramogge, che impediranno alla malta di venire a contatto con l'acqua, la quale farebbe perdere alla malta le proprie caratteristiche iniziali.

Il disarmo e la lisciatura superficiale, se richiesta, saranno disposte in base alle esigenze del manufatto e alle prescrizioni della direzione lavori.

Opere in cemento armato

Tutte le opere in cemento armato saranno eseguite in conformità con le previsioni di progetto che dovranno rispettare tutta la normativa vigente:

- L. n. 1086 del 5 novembre 1971 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso e a struttura metallica";
- L. 64 del 2 febbraio 1974, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. LL.PP. del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- circolare del Ministero dei LL.PP. del 15 ottobre 1996 n. 252/AA.GG./S.T.C. "Istruzioni per l'applicazione delle 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. LL.PP. del 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- circolare del Ministero dei LL.PP. del 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica";
- Ordinanza Presidenza dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 14 gennaio 2008, "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Gli elaborati progettuali potranno trovarsi già a corredo dell'appalto oppure dovranno essere redatti dallo stesso appaltatore a proprie spese, tramite un tecnico specialista e competente.

Le opere verranno quindi eseguite nel rispetto della geometria e delle caratteristiche previste.

Dopo il disarmo, le superfici a vista saranno liberate dalle raggette e regolarizzate con spolvero di cemento e malta cementizia. L'appaltatore dovrà eseguire tutti i provini richiesti a propria cura e spese; qualora i valori dei provini dovessero risultare inferiori a quelli di progetto, la direzione lavori sospenderà la prosecuzione delle opere e provvederà a effettuare la verifica sull'efficacia di tale riduzione, se necessario anche effettuando altri prelievi e saggi (sempre a spese dell'appaltatore).

Le risultanze saranno riportate in un'adeguata relazione che potrà essere accettata o meno dalla direzione lavori; se la variazione verrà accettata, la contabilità sarà eseguita tenendo conto delle modifiche apportate dall'appaltatore; nel caso in cui invece le risultanze non risultassero accettabili, le opere difformi verranno demolite e eseguite secondo le prescrizioni di progetto.

Tutte le opere eseguite con maggiorazioni di resistenza senza l'autorizzazione della direzione lavori, andranno a completo carico dell'esecutore.

La direzione lavori potrà richiedere tutte le prove che riterrà necessarie.

Altri tipi di murature della tradizione locale

Art. 13. Consolidamento delle volte

Generalità

Tutte le operazioni di consolidamento di strutture voltate, con riferimento alla circolare del Ministero dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 punto 6 dell'allegato 3 riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica e al D.M. LL.PP. del 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica", dovranno essere precedute dalla verifica della stabilità dei piedritti e dall'eventuale loro consolidamento. Ogni intervento consolidativo avrà come obiettivo la conservazione della configurazione iniziale e eviterà dunque di alterare o stravolgere l'andamento dei carichi; dovrà perciò essere consentito alla direzione lavori di portare a compimento tutte le opportune indagini conoscitive relative alle quote, agli spessori e allo stato di consistenza dei riempimenti e dei rinfianchi, nonché alla verifica delle condizioni di degrado, distinguendo i degradi dei materiali dai dissesti statici, portando così a termine la conoscenza del comportamento strutturale della volta.

I lavori saranno preceduti dalla sigillatura di tutte le lesioni e di tutte le discontinuità con malta a base di calce naturale o idraulica; si dovranno realizzare le adeguate puntellature con centinature del tutto identiche nella geometria alla sagoma dell'intradosso della volta, avendo cura di contrastare anche le volte contigue e di trasferire i carichi su piani orizzontali sicuri.

L'appaltatore si dovrà attenere a tutte le disposizioni impartite e a quanto previsto nei paragrafi relativi alle opere provvisorie.

Nel caso in cui le superfici intradosali siano decorate o dipinte, sulla centinatura verrà interposto un materiale ritenuto idoneo alla protezione degli apparati decorativi.

I materiali sovrastanti, quali pavimenti e sottofondi o riempimenti sciolti frutto di depositi impropri, dovranno essere rimossi esclusivamente a mano affinché venga riportata in vista la superficie intradosale: si partirà dalla chiave verso le reni, procedendo con rimozioni simmetriche in modo da non alterare eccessivamente la stabilità della volta e si proseguirà fino ai rinfianchi, avendo cura di non danneggiare i materiali che compongono l'apparecchio della volta; ciò sarà necessario sia per le volte a botte che per le volte a vela e a crociera. Per queste ultime l'andamento simmetrico dovrà essere tridimensionale, pertanto si procederà per anelli concentrici verso i rinfianchi, fino alla quota disposta dalla direzione lavori. L'estradosso delle volte dovrà essere accuratamente ripulito dai materiali secchi, quindi raschiato e spazzolato, poi aspirato o soffiato con aria compressa a bassa pressione in modo che tutti i giunti degradati e i residui di lavorazione vengano rimossi, adoperando ogni cautela in prossimità di fessure passanti che potrebbero rivelarsi dannose per le decorazioni intradosali.

Nell'esecuzione di questi lavori, si dovrà tenere conto di ogni indicazione utile contenuta nelle disposizioni previste per i consolidamenti murari.

Ricostruzione della continuità muraria delle volte mediante riprofilatura della geometria

Le volte deformate o abbassate potranno essere risagomate prima delle operazioni di consolidamento.

Una volta eseguita con precisione e accuratezza la puntellatura, questa assumerà la configurazione di una vera e propria centinatura.

Sulla sua superficie di estradosso, nei punti da riprofilare, si dovranno inserire dei cunei, in modo da ricondurli a una geometria più prossima a quella originaria.

I cunei lignei andranno bagnati generalmente ogni 24 ore e trascinati man mano sempre più a fondo, in modo da innalzare, con estrema gradualità e di pochi millimetri alla volta, la superficie di intradosso.

Questa operazione dovrà essere condotta dall'appaltatore con estrema cautela, al fine di evitare di imprimere sollecitazioni improvvise e di una certa entità che potrebbero privare il materiale della sua continuità e del suo equilibrio.

Potranno essere utilizzati, solo su espresso parere del direttore dei lavori, anche puntelli regolabili o piccoli martinetti idraulici da tenere rigorosamente sotto controllo.

Una volta riconquistata anche solo parzialmente la geometria iniziale, l'appaltatore passerà dall'estradosso alla accurata pulizia delle superfici, utilizzando anche aria compressa, in modo da liberare i giunti.

Nelle zone risagomate, a seguito dell'azione eseguita dall'intradosso, i giunti verranno in parte svuotati e sconnessi; in questa zona dovranno essere messi in opera piccoli cunei lignei con densità e andamento atti a rimettere in contrasto i conci o i mattoni che costituiscono la volta.

Operando in questi termini, verrà ricostruita la continuità strutturale degli apparecchi murari e potranno così essere eseguite, secondo regola, le operazioni di sigillatura definitiva dei giunti.

Si procederà successivamente al completamento dell'intervento consolidativo.

Ricostruzione dell'apparecchio murario delle volte mediante scuci-cuci

La ricostruzione dell'apparecchio murario delle volte mediante scuci-cuci sarà eseguita nei casi in cui siano presenti lacune e debba quindi essere ripristinata la continuità del materiale danneggiato o asportato.

Dopo aver eseguito le opportune puntellature e centinature, l'appaltatore procurerà materiale di cantiere del tutto simile a quello in opera oppure provvederà a assicurare le stesse dimensioni e le stesse caratteristiche del vecchio con materiale nuovo, preferibilmente lavorato a mano.

L'operazione di risarcitura sarà eseguita con estrema cautela e ridotta al minimo indispensabile, così da lasciare in opera il più possibile il materiale esistente, purché in buono stato.

Dopo aver individuato e delimitato le aree di intervento, le sarciture saranno eseguite sostituendo gradualmente le parti danneggiate e ammalorate con le parti nuove; verranno perciò eseguiti piccoli strappi, provvedendo immediatamente a riempire i vuoti con pietre o mattoni messi in opera secondo la tessitura adoperata nell'originaria costruzione della volta.

I mattoni o i conci saranno accuratamente tenuti a bagno, al fine di ridurre il dannoso assorbimento dell'acqua contenuta nella malta dei giunti, quindi murati con malta adeguata, la cui composizione sarà disposta dalla direzione lavori.

Nella posa dei nuovi conci di pietra o dei mattoni si avrà cura di creare le necessarie ammorsature con la muratura esistente.

Consolidamento di volte mediante tiranti metallici

Le azioni spingenti delle volte saranno opportunamente contrastate con presidi metallici consistenti in tiranti messi in opera in corrispondenza delle reni, salvo diversa disposizione, in maniera che tali presidi assorbano la componente orizzontale della spinta o di almeno una parte di essa.

Se previsto in progetto o in fase di esecuzione dei lavori, i tiranti potranno essere messi in opera anche all'imposta, in particolare quando le cornici di imposta costituiranno una valida e efficace schermatura.

Le tirantature saranno posizionate ortogonalmente all'asse della volta, ossia parallelamente all'arco che la sottende, e la loro disposizione seguirà la geometria della volta, a seconda che si tratti di una botte, una crociera, una vela o un padiglione.

In alcuni casi la posa dei tiranti avverrà anche all'estradosso, ben annegati in corrispondenza della chiave.

I tiranti potranno consistere in barre di acciaio inox o zincato di tipo tondo oppure in trefoli di acciaio inox armonico, comunque dotati di estremità filettate per almeno 10-15 cm e manicotti tenditori posti in posizione mediana.

L'appaltatore, una volta individuate la quota e la direzione, eseguirà i perfori per il passaggio dei tiranti con macchine a sola rotazione e provvederà all'inserimento del presidio metallico e dei capochiavi.

Con chiave dinamometrica verrà attribuita la tensione prevista in progetto, sia che si operi a caldo sia che si operi a freddo; solo se richiesto dalle prescrizioni della direzione lavori, si salderanno i dadi di chiusura e si procederà a iniettare malte adeguate all'interno delle cavità.

A seconda dei casi, potranno essere realizzati capochiavi a paletto.

Nei casi in cui sia impossibile procedere alla posa di piastre/capochiavi, si dovranno realizzare, a seconda dei casi, bulbi di ancoraggio alle estremità dei tiranti. Tali bulbi, immersi all'interno della stessa muratura, svolgeranno una efficace azione di contrasto.

Tutte le parti in acciaio a vista dovranno essere protette da ossidazione e corrosione.

A tale tipo di consolidamento faranno seguito tutte le altre operazioni necessarie al miglioramento delle condizioni statiche e di degrado della volta.

Consolidamento di volte mediante rinfianchi cellulari

La realizzazione di rinfianchi cellulari mediante frenelli in muratura è più idonea per volte che all'estradosso sono coperte da superfici piane calpestabili le quali, nello stato di fatto, poggiano sul materiale di riporto gravante interamente sulla volta.

Questa tipologia di consolidamento servirà perciò nei casi in cui il progetto preveda un alleggerimento dei riempimenti e dei rinfianchi non strutturali poiché, se presenti, in fase dinamica ridurrebbero la stabilità dei carichi in quanto sciolti e decoesi.

L'operazione sarà preceduta da tutte quelle lavorazioni necessarie a chiudere i giunti mediante sigillature ottenute con collaggio o iniezioni a bassa pressione di malta; eventuali lesioni presenti saranno risarcite con i metodi e le tecniche predisposte dal progetto.

I frenelli, in mattoni pieni, semipieni o forati, a seconda che si tratti di volte in muratura a una o più teste o di volte in foglio, saranno disposti in senso trasversale alle generatrici, comunque in relazione al tipo di volta da consolidare, e poggeranno sui rinfianchi disponendosi a interasse adeguato.

L'appaltatore creerà opportuni collegamenti tra tali nuovi rinfianchi e l'estradosso della volta, in modo da evitare dannosi scivolamenti mediante chiodature, spillette o cuciture metalliche realizzate in acciaio inox, in acciaio zincato oppure in acciaio normale trattato preventivamente con boiacca passivante.

Tali opere saranno ottenute con perfori e armature inserite all'interno dei perfori e successive iniezioni con malta adeguata o con resina; per volte di grandi luci, potrà rendersi necessario realizzare una rete di frenelli ortogonale alla prima. Tra i frenelli andrà lasciata una continuità di aerazione, sì da non creare comparti stagni in cui le condizioni igrometriche potrebbero rivelarsi dannose impedendo appunto l'aerazione; ciò potrà essere realizzato tramite piccole aperture che saranno utili anche per il passaggio di cavi delle reti impiantistiche e tecnologiche.

I nuovi solai saranno impostati sugli stessi frenelli.

Consolidamento di volte mediante iniezioni di conglomerati

Il consolidamento di volte mediante iniezioni di conglomerati prevede che l'appaltatore provveda ad effettuare le perforazioni secondo le disposte profondità e inclinazioni con sonde a sola rotazione, in modo da non provocare ulteriori sollecitazioni della volta.

Verrà predisposta una malta opportunamente dosata e miscelata, con una predilezione per quelle realizzate con materiali naturali; in caso di necessità si potrà fare uso di additivi fluidificanti o antiritiro.

Eseguiti e armati i perfori, le superfici della volta verranno bagnate in modo che il conglomerato non si asciughi immediatamente a causa dei materiali troppo secchi.

Le iniezioni verranno eseguite a mano facendo uso di imbuto e ugelli: partiranno dai rinfianchi e procederanno verso le chiavi. Se necessario si potrà fare uso di pompe manuali purché si possa controllare la pressione, che dovrà sempre tenersi al di sotto dei limiti di sicurezza.

In ogni caso si dovrà iniettare fino a rifiuto e, se ritenuto di ausilio, dopo 24 ore si dovrà ripetere l'operazione affinché tutti i vuoti vengano riempiti.

Consolidamento di volte mediante caldana armata di conglomerato

Il consolidamento di volte mediante caldana armata di conglomerato, assolutamente irreversibile, dovrà essere realizzato solo se, al fine di aumentare la sezione resistente, non sia possibile servirsi di altri sistemi di consolidamento meno invasivi.

Una volta eseguite tutte le operazioni preliminari di pulizia, risarcitura, chiusura dei giunti (sigillati con malta adeguata) e dopo aver irrorato gradualmente le superfici per le prove di tenuta all'acqua di percolamento presente nel conglomerato, si provvederà a mettere in opera l'armatura facendola aderire alla geometria estradosale. Tale armatura dovrà essere composta preferibilmente di acciaio inox, in alternativa di acciaio zincato, realizzata in opera o con rete elettrosaldata.

Tali armature dovranno essere collegate con spillette (ferri piegati a L) inseriti in microperfori, realizzati con strumenti a sola rotazione sulla muratura di estradosso della volta e su quella perimetrale di ambito e saranno disposte con andamento a quinconce intensificate in corrispondenza di lesioni.

L'appaltatore dovrà fare particolare attenzione ai risvolti perimetrali e alle sovrapposizioni in corrispondenza dei giunti delle armature (almeno due maglie) e al collegamento di queste in corrispondenza dei rinfianchi e della muratura perimetrale; in corrispondenza di cambiamenti di direzioni delle generatrici quali lunette o unghie, di potranno effettuare tagli e sormonti o qualunque altro genere di rinforzo.

A questo proposito potrà essere utile, se disposto dalla direzione dei lavori, realizzare cuciture armate con barre filettate o a aderenza migliorata, collegate alle armature della caldana che, con andamento inclinato, attraversino i rinfianchi della volta fino a giungere alla muratura.

Sia queste cuciture che i perfori di superficie in cui sono alloggiate le spillette dovranno essere iniettati preferibilmente con malta idraulica o cementizia, a seconda dei casi, e solo in ultima analisi con il tipo di resina adeguato.

Previa bagnatura della volta al fine di verificare che il conglomerato non venga immediatamente asciugato dai materiali troppo secchi, l'appaltatore effettuerà il getto della caldana; il conglomerato sarà realizzato preferibilmente a base di calce idraulica con aggiunta di inerti di varia granulometria, pozzolana e dosaggio di acqua secondo le prescrizioni della direzione lavori, avendo cura di non effettuare il getto a temperature né troppo alte né troppo basse: in ogni caso si dovrà impedire l'eccessiva e repentina disidratazione provvedendo a umidificare le superfici del getto.

Se necessario e se disposto dalla direzione lavori, il getto potrà essere alleggerito da argilla espansa.

Consolidamento di volte mediante caldane e barre fibrorinforzate

Nei casi in cui sia impossibile eseguire getti umidi, pur conservando le armature metalliche, il conglomerato sarà sostituito da resine epossidiche appositamente miscelate a sabbie di quarzo, avendo cura di eseguire tutte le necessarie opere preventive all'utilizzo di tali prodotti sintetici, quali stesura di *primer* e ogni altra operazione prescritta nelle note tecniche.

Si potranno comunque realizzare anche caldane tradizionali (conglomerato a base di calce idraulica e pozzolana caricata di inerti silicei) e armature costituite da barre fibrorinforzate di *carbonio pultruse* a aderenza migliorata, ancorate solo alle pareti d'ambito mediante perfori iniettati con resine epossidiche a consistenza tixotropica.

Le spillette saranno sostituite da semplici chiodature in acciaio inox inserite in perfori realizzati con strumenti a sola rotazione e iniettati con resine.

Consolidamento di volte mediante materiale composito (FRP ossia *Fiber Reinforced Polymers*)

Il consolidamento di volte mediante materiale composito (FRP ossia *Fiber Reinforced Polymers*) servirà a aumentare la resistenza in condizione dinamica (opportuno in particolare quando le volte si presentino fortemente degradate e sia necessario non incrementare i carichi, come nel caso delle volte in foglio, oppure quando si debbano salvaguardare apparati decorativi intradosali o si debbano eseguire interventi reversibili) e richiederà tutte le cure necessarie alla pulizia delle superfici di estradosso della volta da ogni residuo di lavorazione e da ogni residuo di polvere, adoperando, se necessario, aria compressa a bassa pressione.

Ove disposto dalla direzione lavori, si dovranno preventivamente ripulire i giunti e sigillarli con malta, evitando di intervenire in quei punti nei quali la malta percolerebbe all'intradosso decorato, e successivamente livellando, sempre con malta di calce idraulica, i dislivelli e le asperità.

Solo a asciugatura avvenuta si potranno mettere in opera i materiali compositi.

Si provvederà, se richiesto dal progetto o dalle condizioni delle parti da consolidare, a operare una rasatura con stucco epossidico, eseguita a spatola o a fratazzo e atta a livellare le superfici.

Data la particolarità di questo tipo di intervento, l'appaltatore farà riferimento alle modalità tecniche previste dagli specifici prodotti e per la posa ricorrerà a personale qualificato nel settore specifico.

A superficie perfettamente pulita verrà messo in opera un *primer* fluido a bassa viscosità di resina epossidica stesa a pennello o a rullo, avendo cura di aumentare la dose o di intervenire con la sovrapposizione di strati successivi in presenza di superfici porose e ruvide.

Successivamente verrà steso un adesivo epossidico o poliestere generalmente bicomponente, sul quale immediatamente mettere in opera i nastri, secondo la grammatura e l'orditura disposte, avendo cura di effettuare le necessarie sovrapposizioni sia in senso longitudinale (20-30 cm) che in senso trasversale (2-5 cm). Questi materiali (fibre aramidiche, fibre di carbonio o di vetro) potranno essere unidirezionali o

multidirezionali e saranno disposti secondo le necessità richieste dal quadro fessurativo, ben aderendo alla superficie della volta.

Per le volte a crociera si dovranno predisporre le fibre sui quattro archi perimetrali e su quelli diagonali, se necessario anche lungo le direttrici in chiave. In caso di volte a padiglione, oltre il perimetro, sarà interessata la chiave con fibre poste in direzione longitudinale, gli angoli con fibre poste a L e anche le sezioni trasversali con fibre poste a file parallele.

Per migliorare l'adesione del nastro alla resina e per eliminare eventuali piccole bolle di aria, si farà uso di un rullo in gomma che verrà lasciato scorrere con leggera pressione nella direzione delle fibre; dopo un'ora circa si eseguirà una seconda mano di resina atta a racchiudere le fibre e, nel caso si debbano disporre altri strati di nastro, si procederà come già descritto sopra.

Una volta consolidato, lo strato di resina sarà in grado di trasferire alle fibre di rinforzo le sollecitazioni presenti, oltre che di proteggerle da agenti deterioranti.

Per le volte a crociera e a vela potrà rivelarsi utile intervenire estradossalmente sui quattro peducci, realizzando ancoraggi ai rinfianchi con barre filettate o a aderenza migliorata, inserite in perfori da realizzarsi sull'accavallamento delle fibre agli angoli, su cui verrà preventivamente realizzato un letto dormiente con malta di calce idraulica.

La barra inserita nel perforo e iniettata con malta di calce o materiali resinosi, sarà ancorata con bullone alla piastra che verrà sovrapposta al dormiente: questo tipo di intervento potrà essere realizzato anche sulle superfici intradossali e in questo caso, al fine di far aderire l'intonaco, sulla resina ancora fresca si potrà eseguire uno spolvero di sabbia al quarzo.

Art. 14. Realizzazione volte ed archi

Ricostruzione di volte crollate o di volte deformate previo smontaggio

La ricostruzione di volte crollate o di volte smontate poiché non consolidabili a causa dell'avanzato stato dei dissesti, prevede che l'appaltatore proceda con cautela seguendo le indicazioni riportate nel paragrafo delle demolizioni, accatastando tutto il materiale recuperabile e nuovamente utilizzabile in cantiere; materiale che verrà accuratamente ripulito e predisposto per l'uso.

Durante l'opera di scomposizione dell'apparecchio murario sarà necessario annotare ogni eventuale indicazione utile per il rimontaggio (andamenti e tessiture dei materiali, giunti, ecc.), in modo che la volta ricostruita sia il più possibile simile a quella iniziale. Il materiale mancante verrà sostituito da materiale simile proveniente dallo stesso cantiere o, se non disponibile, da materiale storico proveniente da altri cantieri o ancora da materiale nuovo del tipo fatto a mano che sia il più possibile identico a quello originario. Il lavoro sarà eseguito con perizia da maestranze preventivamente istruite su questo tipo di operazione.

L'appaltatore predisporrà le centine secondo la geometria preesistente e sulle loro superfici predisporrà l'apparecchio murario seguendo le annotazioni relative allo stato originario. La composizione della malta seguirà le prescrizioni della direzione lavori e sarà ottenuta preferibilmente con miscelazione di calci naturali o idrauliche e inerti fini.

Costruzione di nuove volte e archi

Nella realizzazione o nel consolidamento delle murature sarà predisposta la presenza di un addentellamento, in modo da procedere alla realizzazione degli orizzontamenti curvi.

L'imposta della volta sarà eseguita contestualmente alla muratura e sarà perfettamente orizzontale e ben collegata alla muratura stessa.

Una volta definita e realizzata la geometria della centinatura, questa sarà eseguita e messa in opera con cura, con tutte le garanzie necessarie alla conservazione della stabilità propria e della struttura voltata.

Se necessario, nella definizione della geometria si terrà conto dell'abbassamento in fase di disarmo.

La centinatura potrà essere realizzata in legno oppure potrà in metallo, in ogni caso dovrà garantire la perfetta riuscita della struttura curva; perciò se in fase di disarmo dovessero presentarsi irregolarità di forma e di esecuzione, l'appaltatore dovrà procedere alla demolizione della struttura e a una sua nuova esecuzione. Una volta montata la centinatura, si procederà alla messa in opera del materiale, in maniera preferibilmente simmetrica, secondo l'orientamento proprio del centro di curvatura.

Si avrà anche cura di mettere in opera la malta necessaria, se ne è previsto l'utilizzo, secondo le indicazioni della direzione lavori: in ogni caso all'intradosso non supererà i 5 mm e all'estradosso non supererà i 10 mm.

La realizzazione dei rinfianchi dovrà essere contestuale alla realizzazione della volta stessa, essendo il rinfianco elemento di connessione e elemento strutturale stabilizzante.

Nella prosecuzione simmetrica si giungerà alla chiave, la quale sarà eseguita in maniera da connettere bene gli elementi costituenti la struttura voltata.

La tessitura del materiale seguirà le disposizioni di progetto e la tradizione locale.

Per le volte in pietra, i materiali saranno lavorati e apparecchiati in conci, secondo la forma richiesta dalla geometria della volta e della tessitura; lo stesso accadrà per le volte di mattoni di piccole dimensioni che richiederanno l'apparecchiatura di mattoni, specie nelle nervature e nelle intersezioni delle varie parti che le compongono. Tale lavorazione non prevede compenso aggiuntivo.

Per le volte in foglio è richiesta estrema accortezza nella scelta e nella preparazione del materiale, il quale dovrà essere estremamente regolare e privo di difetti.

Se necessario, all'estradosso le volte potranno essere realizzate con archi estradossoali di rinforzo, tessuti contestualmente alla volta stessa.

Ultimata l'esecuzione della volta e dei rinfianchi, se necessario, una volta trascorso il tempo necessario alla presa delle malte, si procederà al disarmo della centina, che dovrà essere realizzato con cautela, in modo da evitare bruschi abbassamenti.

Per questa ragione sono da prediligere piedritti che possano essere abbassati con gradualità e con uniformità, in modo da mettere in carico la struttura voltata in maniera omogenea.

Generalità

I lavori di consolidamento e restauro da effettuare sugli orizzontamenti piani tradizionali e storici saranno eseguiti dall'appaltatore con diligenza, in modo da seguire le disposizioni previste in progetto o dalla direzione lavori, rapportando l'intervento alla consistenza e al valore del manufatto sul quale si stanno eseguendo i lavori. In ogni caso egli dovrà adoperarsi affinché vengano assicurate conservazione e recupero, assolutamente preferibili alla ricostruzione, in modo da lasciare inalterati materiali e tecnologie storiche.

L'appaltatore, se necessario, potrà procedere al ripristino dell'antica efficienza anche sostituendo alcune parti del manufatto.

Tali interventi dovranno essere di tipo non invasivo e finalizzati a un irrigidimento della struttura orizzontale oltre che al miglioramento dei suoi collegamenti con le murature perimetrali che sostengono il solaio stesso, in modo da assicurare una corretta trasmissione dei carichi.

Dovranno essere esclusi interventi di cordolature perimetrali per solai di interpiano da realizzare in breccia (sia cordoli in cemento armato continui che con prese a coda di rondine) in quanto estremamente invasivi rispetto alle murature, poiché distruttivi sia rispetto al materiale che alla continuità muraria.

Gli interventi in generale si riferiranno alla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 punto 7 dell'allegato 3 riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica e al D.M. LL.PP. del 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica".

I legnami necessari per le carpenterie definitive dovranno essere accuratamente lavorati; essi non dovranno presentare alcun difetto nel materiale e nelle lavorazioni, specie per quanto riguarda i collegamenti e le giunzioni.

L'appaltatore dovrà predisporre i tagli in maniera precisa, così che i vari elementi possano combaciare senza interposizioni di sorta.

Nel caso si faccia uso di elementi metallici per l'ausilio di collegamenti (lamine, piastre, squadrette a scarpa, ecc.) questi dovranno essere posizionati secondo le prescrizioni di cantiere facendo uso, se necessario, di predisposizione dei fori.

Le teste delle travi poste all'interno di letti murati dovranno essere trattate con catrame o con carbolineum e appoggiate su un foglio di cartongesso bitumato, in modo che intorno sia sempre assicurata una minima circolazione d'aria.

Art. 15. Consolidamento di solai lignei

Generalità

Prima di iniziare i lavori di consolidamento dei solai lignei o solo di alcune porzioni degli stessi, l'appaltatore provvederà a liberare l'orizzontamento da tutti i carichi accidentali non necessari, pavimenti e caldane comprese, e a puntellare la zona di contromonta mediante puntelli regolabili.

Asporterà gli intonaci prossimi agli elementi da sostituire/consolidare e, una volta rimosse le travi o le altre orditure da sostituire, provvederà alla pulizia manuale o tramite l'ausilio di quegli elementi che potranno essere riutilizzati in cantiere (ad esempio l'aria compressa).

Sostituzioni di tavolati

Per sostituire i tavolati esistenti, l'appaltatore dovrà eseguire, secondo le disposizioni del caso, la puntellatura e le demolizioni necessarie, mettendo in opera un tavolato temporaneo di cantiere in modo da completare tutte le operazioni di rimozione, incluse quelle dell'intonaco perimetrale.

L'appaltatore selezionerà le tavole migliori, dell'essenza prevista in progetto e di spessore non inferiore ai 4 cm; queste tavole saranno maschiettate o dotate di battuta e, una volta posate sull'orditura, verranno opportunamente chiodate.

Particolare cura dovrà essere applicata alla zona di intestatura e di collegamento con le pareti, specie dove, per l'appoggio perimetrale, tali zone fossero di ausilio all'orditura secondaria. In questo spazio saranno eseguiti i collegamenti ritenuti opportuni dalla direzione lavori.

Sostituzioni di travi

La sostituzione di travi prevede vengano rimosse e sostituite (secondo il giudizio della direzione lavori) quelle travi eccessivamente deformate o deteriorate non più recuperabili con alcun tipo di intervento conservativo/consolidativo e perciò non più idonee allo scopo e alla funzione strutturale.

L'appaltatore dovrà dapprima concordare le modalità di puntellatura in relazione all'individuazione degli elementi orizzontali da sostituire, avendo cura di non concentrare carichi, di non gravare su solai deboli e, quando necessario, di riportare a terra o sui muri perimetrali i carichi da puntellare.

La funzione dei puntelli sarà quella di sostenere, insieme a altri presidi provvisori e alla nuova trave, i carichi della trave esistente nella fase durante la quale la stessa verrà rimossa.

Generalmente i ritzi saranno posizionati in parallelo rispetto alla trave deteriorata, consentendo ai travetti di poggiarsi mediante architravi lignei interposti, ai quali saranno chiodati al fine di impedire movimenti inopportuni.

L'appaltatore, prima della rimozione, avrà cura di mettere in carico la nuova trave dopo aver scaricato quella vecchia, la quale verrà con cura sfilata per intero.

Nell'ambito di queste operazioni potranno giovare interventi tesi a restituire la configurazione piana originaria del solaio, abbassatosi eccessivamente a causa dell'elemento ligneo deformato o deteriorato.

Per risolvere questo problema, sarà opportuno inserire tra puntelli e intradosso del solaio cunei lignei da mettere in carico gradualmente interponendo un tavolato continuo che distribuirà uniformemente la spinta di contrasto.

La nuova trave dovrà rispondere a requisiti di qualità, dovrà essere della medesima essenza e delle medesime dimensioni della vecchia e garantire prestazioni tecniche adeguate.

Saranno eseguiti tutti i collegamenti necessari alla muratura.

Appoggio di travi

Gli appoggi delle travi lignee, se deteriorati, saranno ripristinati mediante l'esecuzione di un cuscino con funzione di dormiente, atto a distribuire meglio il carico.

Tale banchina potrà essere realizzata in legno massiccio a uno o due strati incrociati, in mattoni o in acciaio inox di spessore adeguato (minimo 10 mm) e verrà messa in opera previa interposizione con la muratura di uno spessore di neoprene.

Gli interventi potranno essere realizzati sia sulle travi già in opera che su quelle da sostituire: in questo secondo caso, le operazioni di sostituzione saranno eseguite dall'appaltatore con tutte le cure necessarie e le necessarie cautele da adoperarsi durante la fase di puntellatura.

Collegamento di travi alla muratura

Il collegamento delle travi di piano (tutte o alternate) alle murature perimetrali, prevede l'utilizzo di apparecchi che potranno essere esterni, parzialmente interni o interamente interni alla muratura.

I presidi potranno avere altresì la necessità di capochiavi di ancoraggio sulla faccia opposta del muro.

Nei casi in cui dovessero realizzarsi brecce per l'alloggiamento dell'apparecchio in corrispondenza degli appoggi, l'appaltatore dovrà operare rimuovendo con cautela solo la porzione strettamente necessaria di muratura al contorno delle teste delle travi per l'inserimento delle piastre.

Nel caso di presidi esterni da ancorare alla muratura con barre iniettate, eseguirà i perfori necessari con strumenti a sola rotazione, procedendo dall'interno verso l'esterno, mantenendosi il più possibile accosto alla trave. L'apparecchio sarà realizzato preferibilmente in acciaio inox, in alternativa zincato o trattato con prodotti passivanti anticarbonatanti e dovrà in ogni caso assicurare un efficace ancoraggio alla muratura e un idoneo sistema di fissaggio alla trave (ad esempio realizzando una superficie dentata oppure fori per l'inserimento di barre passanti trasversalmente alla trave da bullonare alle estremità).

Gli strappi saranno ricostruiti accuratamente, avendo cura di assicurare le ammorsature e i perfori iniettati con malta di calce idraulica.

Per interventi che prevedano la posa di capochiavi, questi saranno eseguiti con cura inserendo adeguatamente i paletti (cunei tenditori) negli appositi occhielli oppure, qualora la chiusura si debba ottenere con piastre, bullonando dado e controdado.

Irrigidimento mediante tavolato

Gli interventi di irrigidimento dei solai mediante esecuzione/integrazione del tavolato esistente prevedono che, una volta eseguite tutte le necessarie demolizioni, l'appaltatore provveda a sostituire tutto o parte del tavolato ammalorato e successivamente, se resterà in opera il vecchio tavolato, a interporre un foglio di materiale traspirante prima di mettere in opera il nuovo tavolato secondo un'orditura ortogonale alla prima.

Il legname dovrà essere più duro di quello già in opera, ben stagionato e dotato di immaschiettatura o di battentature; si potranno utilizzare anche pannelli di compensato a più strati, del tipo idoneo per opere strutturali.

Il tavolato dovrà essere fissato perimetralmente, demolendo l'intonaco e provvedendo a inserire cunei, oppure con altri sistemi idonei al caso e in sintonia con la tradizione locale.

Viti autofilettanti in acciaio inox saranno impiegate per creare i necessari collegamenti tra i due tavolati; per viti di grandi dimensioni si procederà con foro di invito.

Irrigidimento mediante caldana armata

Il consolidamento di solai mediante getto di caldana armata potrà essere realizzato solo dopo che saranno state sigillate tutte le fessure, le quali potrebbero consentire al conglomerato di percolare danneggiando così le superfici intradossali.

La rete in acciaio, preferibilmente inox o in alternativa zincato, verrà opportunamente collegata con chiodi o staffe alla struttura lignea sottostante.

La composizione della malta sarà prescritta in progetto o dalla direzione lavori.

Irrigidimento mediante connettori

Le operazioni di rafforzamento e di irrigidimento mediante realizzazione di connettori saranno eseguite quando gli orizzontamenti non saranno in grado di assicurare la portata minima di esercizio.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere eseguito in modo tale da avvolgere interamente le armature, le grappe, le viti o gli altri sistemi metallici previsti per la realizzazione delle connessioni.

Ogni operazione sarà eseguita attenendosi scrupolosamente alle indicazioni previste in progetto o disposte dalla direzione lavori.

I connettori potranno essere di tipo puntiforme (a piolo) o continuo (a traliccio, a lastra, ecc.) e dovranno essere realizzati adoperando sempre acciaio inossidabile o acciaio zincato, preventivamente trattato con boiacca passivante e collegati alle travi lignee preferibilmente a secco o, in alternativa, con resine.

Prima di effettuare il getto, dovranno essere sigillate tutte le fessure che potrebbero consentire il dannoso percolamento del conglomerato.

Irrigidimento e controventatura mediante tiranti posti all'estradosso o all'intradosso

Nei lavori di irrigidimento e di controventatura delle strutture orizzontali, si dovranno prioritariamente individuare le campate interessate da tale intervento e sulle pareti dovranno essere individuati correttamente i luoghi idonei alla realizzazione delle perforazioni necessarie per l'alloggiamento dei tiranti di controvento, avendo cura di preparare accuratamente i piani di posa degli stessi tiranti in relazione ai piani degli ancoraggi.

Dovranno essere accuratamente predisposte le nicchie degli ancoraggi, cercando di danneggiare il meno possibile la muratura.

I tiranti diagonali termineranno con il sistema di ancoraggio previsto in fase di progetto o dalle prescrizioni della direzione dei lavori, sistema che consentirà di fissare i terminali, realizzati a occhiello oppure a estremità filettata, ai cunei/paletti o alle piastre e di assicurarli alle travi mediante cravatte metalliche ripiegate a U.

Le nicchie dei capitiranti saranno chiuse come da disposizione della direzione lavori.

Collegamento di solai alle pareti mediante barre metalliche

I collegamenti tra solai e pareti potranno essere realizzati con cuciture metalliche perimetrali atte a trasferire in maniera continua il carico del solaio alle murature d'ambito, escluse le cordolature in cemento armato in breccia, con connessioni sia continue che puntuali alla muratura.

Verranno eseguiti perfori adeguati a intervalli regolari (con interasse medio di 50-60 cm) con andamento inclinato non superiore ai 45°; nei perfori verranno inserite barre filettate o a aderenza migliorata in acciaio inox oppure zincate; in alternativa potranno essere adoperate barre in acciaio semplice trattate preventivamente con boiacca passivante anticarbonatante.

L'appaltatore avrà cura di inserire l'armatura nella muratura in quantità adeguata allo spessore del muro e comunque a non meno di 20 cm; dovrà inoltre sovrapporre l'armatura di collegamento alla rete elettrosaldata o alle armature della caldana nonché saldarla a queste adeguatamente.

La rete di piano dovrà essere risvoltata sulla muratura portata a nudo per almeno 20-30 cm e spillata al supporto mediante piccole cuciture armate eseguite con barrette in acciaio inox disposte a quinconce e opportunamente iniettate e sigillate.

Successivamente si procederà all'iniezione di malta a ritiro controllato, preparata secondo la composizione disposta dalla direzione lavori, all'interno dei perfori principali di collegamento perimetrale.

Collegamento di solai alle pareti mediante profili metallici

Il collegamento di solai alle pareti mediante profili metallici prevede la realizzazione di una cordolatura metallica continua da eseguirsi perimetralmente; potranno essere usati profilati a L o a T, raramente a C, secondo le disposizioni della direzione lavori e le richieste di progetto.

L'appaltatore, una volta eseguite tutte le operazioni preliminari di presidio della struttura orizzontale e di rimozione delle parti non più utilizzabili o che siano di impedimento alla esecuzione dell'intervento consolidativo, metterà in opera tali profili, preventivamente forati in corrispondenza delle barre metalliche di collegamento alla muratura.

Gli interventi potranno essere eseguiti sia all'intradosso che all'estradosso, a seconda se si debbano conservare integre le pavimentazioni o le travi lignee e i cassettonati (o qualunque altro apparato decorativo). In caso di interventi all'estradosso, il profilo verrà portato alla quota del solaio e sulla muratura nuda in maniera che possa a questi ben collegarsi; in caso di interventi all'intradosso, i profili potranno essere visibili o incassati parzialmente nella muratura: in ogni caso essi dovranno essere collegati opportunamente alla muratura e al solaio mediante apposite cuciture armate realizzate con barre in acciaio inox o zincato, in alternativa trattato con prodotti antiossidanti.

I perfori saranno iniettati con malta di calce idraulica additivata con prodotti antiritiro per la muratura e con prodotti resinosi epossidici per le parti lignee; le teste delle barre, opportunamente filettate, saranno chiuse con dado e controdado.

Collegamento di solai complanari contigui

I solai continui che presentino complanarità dovranno essere collegati attraverso la muratura comune che li separa.

Sarà da verificare se i due solai posseggano la medesima orditura oppure orditura perpendicolare, al fine di individuare la migliore tipologia di apparecchio di collegamento.

Eseguite tutte le operazioni preliminari necessarie al caso specifico, quali rimozioni e puntellature, l'appaltatore procederà, secondo quanto previsto al paragrafo dei collegamenti perimetrali, mediante barre metalliche.

Per travi contigue di testa, l'intervento consisterà nel collegarle tutte o alternativamente sulla faccia superiore e/o di fianco, mediante ferri piatti di acciaio inox o zincato, passanti attraverso lo spessore murario e sovrapposti alle travi per 30-40 cm per parte e a esse fissati mediante viti di collegamento.

Qualora le travi di testa siano sfalsate, procederà collegandole singolarmente con piatti alla muratura a livello del tavolato, cercando di evitare dannose operazioni di demolizione della muratura che causerebbero inutili sollecitazioni.

Nel caso siano state realizzate cordolature con profili metallici, l'appaltatore provvederà a collegarle con barre filettate alle estremità chiuse da doppio dado.

Art. 16. Consolidamento delle coperture lignee

Generalità

Prima di realizzare qualunque tipo di intervento, sia di demolizione che di rimozione che di consolidamento, l'appaltatore farà sì che la direzione lavori possa procedere all'ispezione dei tetti e dei sottotetti precedentemente inaccessibili per assenza di ponteggi.

Questa ricognizione consentirà di verificare quale sia lo stato dei luoghi sia sul piano della tipologia costruttiva che sul piano della conservazione dei materiali in opera, così da raccordare la progettazione con eventuali possibili aggiustamenti.

Una verifica puntuale dovrà essere eseguita in corrispondenza degli angoli, in particolare sui paradossi e sugli appoggi delle capriate e delle travi, in modo da verificare la solidità dei nodi e la solidarizzazione dell'orizzontamento alla muratura di appoggio.

L'intervento comporterà la sostituzione o il consolidamento di singoli elementi deteriorati e deformati o il consolidamento e miglioramento strutturale sul piano antisismico dell'intero orizzontamento, in quanto non rispondente alle norme perché mal concepito all'origine o perché deterioratosi per carenza di manutenzione. In ogni caso il primo obiettivo sarà riguarderà la conservazione dei materiali e degli assetti storici, laddove ritenuti di una certa rilevanza; successivamente si procederà con integrazioni, consolidamenti e sostituzioni di elementi strutturali, con l'adozione di soluzioni e tecniche rispettose dell'edificio sul quale si opera. L'appaltatore, a seconda del tipo di intervento da approntare e delle modalità esecutive da mettere in opera, provvederà a puntellare e presidiare le pareti delle murature perimetrali che sorreggono il tetto in funzione del tipo di rimozione che dovrà eseguire, tenendo in debito conto che ogni rimozione sovrastante i muri costituisce operazione di scarico sulle murature; smonterà con cautela i singoli elementi costituenti la copertura, partendo dai canali di gronda, dai comignoli e dagli sporti di gronda (o puntellando queste ultime se dovranno essere conservate in loco) passando quindi al manto di copertura, fino ad arrivare alle travi, qualora queste dovessero essere rimosse; accatasterà infine tutto in cantiere affinché la direzione lavori possa verificarne lo stato di conservazione e possa valutare la possibilità di un eventuale riutilizzo, trasportando in discarica quanto difficilmente riutilizzabile.

Provvederà poi a pulire manualmente e con cura tutti i materiali interessati liberandoli da muschi, licheni o altre sostanze improprie depositate sulle superfici e accatasterà separatamente quegli elementi lignei che richiedono una specifica revisione e un controllo specifico sul loro stato di conservazione e su eventuali interventi; gli interventi in generale si riferiranno alla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 punto 9 dell'allegato 3, riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Ripassatura di manti di copertura

Prima di eseguire la ripassatura dei manti di copertura, l'appaltatore dovrà assicurarsi che la struttura sottostante (travicelli, travi, pianellato e tavolato) sia integra: in caso contrario dovrà adottare tutte le precauzioni necessarie e eseguire le puntellature opportune, attenendosi alle indicazioni contenute nel paragrafo specifico, e intervenire sulla struttura secondo le disposizioni della direzione lavori. Successivamente dovrà rimuovere i coppi, gli embrici o altro tipo di manto avendo cura di accatastare il materiale riutilizzabile in cantiere in luoghi nei quali l'elemento peso non sia gravoso per la struttura.

Il materiale accatastato dovrà essere pulito con spazzole di saggina o con i metodi ritenuti opportuni per quello specifico materiale. Se necessario, saranno sostituiti in caso di rotture, di fessurazioni e di degradi preferibilmente con materiale di recupero del tutto simile al vecchio oppure integrati con materiale nuovo del tipo fatto a mano o trafilato (a seconda delle necessità) che possieda colore, qualità e geometria identica a quello originario; il materiale integrato verrà collocato inferiormente, a canale, e su di esso verrà adagiato a coppo il materiale originario.

Nel caso in cui l'entità della sostituzione dovesse essere superiore al 50%, sulla parte superiore del manto si mescoleranno gli elementi originari con quelli integrati così da non concentrare la loro distribuzione in punti specifici.

I canali, se necessario, saranno fissati allo stato sottostante a file alterne con malta o grappe, a seconda del supporto su cui poggiano, assicurandosi comunque siano soggetti a una adeguata ventilazione.

Molta cura dovrà essere posta nel trattamento di colmo e diagonali, a partire dall'adeguato fissaggio dei coppi con malta bastarda.

Nei compluvi e nei punti di contatto con le pareti in cui siano presenti comignoli o esalatori, l'appaltatore farà uso di scossaline, converse e canali in rame o in piombo, fissati a stagno o con qualche altro sistema altrettanto adeguato.

Ogni fessura o apertura di ventilazione dovrà essere corredata di chiusura con rete inox opportunamente fissata, in modo da garantire aerazione/ventilazione e da impedire l'eventuale e dannoso accesso di volatili. Qualora al momento dello smontaggio del manto si dovessero evidenziare danni e degradi della struttura sottostante risultati non visibili in fase di progetto, l'appaltatore dovrà concordare con la direzione lavori le modalità esecutive d'intervento. In particolare, dovranno essere revisionati il pianellato, il tavolato e il tavellonato sottostante dapprima ripulendoli, poi intervenendo sui punti degradati, specie sui giunti, e infine, laddove ritenuta necessario, eseguendo la nuova caldana; qualora l'intervento preveda anche l'impermeabilizzazione o il termoisolamento della copertura oppure la loro sostituzione, l'appaltatore interverrà seguendo le indicazioni contenute nei paragrafi specifici.

Bonifica di coperture in cemento-amianto

La bonifica di coperture in cemento-amianto dovrà essere realizzata nel rispetto delle norme previste, comprese quelle sulla sicurezza nei luoghi di lavoro.

La rimozione o l'incapsulamento dovranno essere eseguite da personale specializzato appartenente a imprese specializzate e autorizzate, facendo uso di tutti i necessari dispositivi di protezione individuali richiesti.

Una volta stabilite le condizioni della copertura in relazione al grado di dispersione delle fibre, al degrado strutturale o ad altro ancora, si selezionerà il tipo di intervento da approntare.

In caso di rimozione, i pannelli in cemento-amianto dovranno essere comunque trattati con materiale pellicolante, in grado di impedire la dispersione delle fibre.

La rimozione dei fissaggi, lo smontaggio, l'accatastamento dovranno impedire o ridurre al minimo gli sfaldamenti e le rotture del materiale; lo stoccaggio in cantiere prevede la conservazione del materiale in teli di plastica sigillati recanti le necessarie indicazioni; successivamente gli imballi verranno trasportati nelle discariche autorizzate.

Collegamento delle travi di copertura alla muratura

L'intervento di collegamento delle travi di copertura alla muratura sarà eseguito dopo che saranno state realizzate tutte le opere provvisorie necessarie a lavorare in sicurezza e a garantire anche la stabilità delle strutture contermini, nonché dopo la rimozione e l'accatastamento dei materiali.

Il progetto disposto dovrà essere verificato a partire dalle condizioni esistenti in cantiere, in particolare in relazione alla consistenza muraria sommatrice: l'appaltatore verificherà che questa sia solida e ben ammorsata, specie agli angoli; in caso contrario dovrà essere consolidata nel modo più opportuno o terminata con una cordolatura adeguata.

Il collegamento tra travi e muratura, sia per travi esistenti che per travi in sostituzione, dovrà rispondere alle esigenze di riduzione delle azioni spingenti dei falsi puntoni (travi di copertura), secondo le prescrizioni di progetto. Per ogni trave, perciò, dovrà essere migliorato o realizzato il piano di appoggio nel modo opportuno mediante cuneo ligneo (pancale) con la giusta inclinazione, in modo che questo sia in grado di trasferire verticalmente il carico.

Il collegamento alla muratura dovrà essere realizzato con l'ausilio di barre verticali in acciaio inox o zincato, del tipo filettato o a aderenza migliorata, con funzioni di tirafondi filettati all'estremità superiore per la chiusura con dado e controdado; le barre saranno immerse nella muratura preventivamente perforata e successivamente iniettata con malte prevalentemente idrauliche a ritiro controllato e passanti attraverso i panciai e le travi.

La muratura sommitale di appoggio, se deteriorata, potrà richiedere l'esecuzione di una serie di presidi verticali consolidanti (spillature o cuciture armate) nella porzione posta tra due travi consecutive, purché non siano della stessa lunghezza ma abbiano andamento a quinconce sia nel piano orizzontale che nel piano verticale.

Nei casi più complessi oppure quando si abbiano travi parallele all'andamento di gronda, potrà essere necessario realizzare cuffie metalliche in grado di accogliere le teste delle travi e di bloccarle tramite perni; queste saranno eseguite dall'appaltatore in relazione alle dimensioni delle travi, in modo che queste ultime diano vita a un gioco adeguato tale da consentire la traspirazione.

Se necessario, le cuffie poggeranno su piastre dormienti ancorate alla muratura mediante tirafondi aventi le caratteristiche già menzionate oppure lungo tutti i muri d'ambito verranno messi in opera un piatto metallico o un profilo angolare continuo, atti ad accogliere e ancorare con perni sia travi (con interposte cuffie) che travicelli; onde evitare inopportuni processi di ossidazione e di corrosione, aggravati dalla posizione in copertura più soggetta a effetti di infiltrazioni, le cuffie saranno realizzate interamente in officina, per essere quindi trattate con prodotti anticorrosivi anche sulle saldature. In considerazione di ciò, si prediligeranno sempre operazioni di chiusura eseguite con bullonatura e non con saldature eseguite in cantiere.

L'appaltatore, inoltre, per i collegamenti legno-legno (travi, arcarecci, terzere e travicelli) farà uso di viti autofilettanti in acciaio inox.

Collegamento dei paradossi mediante catene e controventature

I paradossi, qualora si trovassero in un buon stato di conservazione, potranno richiedere operazioni di riduzione della loro azione spingente in direzione angolare rispetto alle pareti d'ambito.

L'appaltatore, seguendo accuratamente le indicazioni di progetto, dopo aver verificato lo stato conservativo degli elementi lignei, disporrà il presidio metallico costituito da due tiranti metallici di forma e dimensione adeguate lungo le due pareti che accolgono il paradosso; avrà cura di posizionarlo in quota inferiore rispetto alle parti lignee della copertura.

Le catene saranno collegate con imbracature al paradosso e saranno ancorate con capochiavi ai primi muri ortogonali che incontreranno.

Nel caso in cui le condizioni lo consentano, queste catene potranno essere realizzate anche con elementi lignei accuratamente ancorati al paradosso e alle murature di contrasto con barre e doppio dado.

Nel caso sia previsto in progetto, perché utili sul piano strutturale, seguendo le indicazioni riportate nei lavori di messa in opera di controventi per i solai orizzontali verranno realizzate le controventature.

In ogni caso, i tiranti in acciaio, siano essi profili o trefoli, dovranno essere posizionati nelle campate previste in progetto, verranno dotati di tenditori regolabili e verranno opportunamente collegati alle piastre angolari ben connesse alla muratura e alla struttura di riferimento, la quale dovrà essere adeguatamente revisionata e, se necessario, rinforzata in maniera che ben sopporti queste nuove sollecitazioni trasferite dal sistema di controventature.

Gli angoli sui quali insistono i paradossi consolidati verranno quindi accuratamente predisposti in modo da accogliere le tre catene, cosicché non si creino dannose interferenze.

Le parti metalliche dovranno essere realizzate preferibilmente in acciaio inox o in acciaio zincato, in considerazione dell'ambiente di copertura il quale è particolarmente soggetto a infiltrazioni e percolamenti di acque meteoriche, le quali potrebbero essere causa di ossidazione e di corrosione.

Connessioni tra gli elementi lignei di copertura

Nell'ambito di tutte le operazioni di restauro, consolidamento e revisione delle coperture lignee, l'appaltatore dovrà verificare le connessioni tra i vari elementi della copertura onde evitare inopportuni spostamenti e slittamenti reciproci, causa di alterazioni delle condizioni di stabilità locale che potrebbero aggravare le condizioni generali di equilibrio.

L'appaltatore, perciò, dovrà collegare l'orditura primaria a quella secondaria seguendo scrupolosamente le indicazioni di progetto. Travi principali, arcarecci, terzere e travicelli dovranno essere opportunamente ancorati rispettando le condizioni di vicolo previste in progetto; potranno essere adoperate piastre e cuffie metalliche oppure profili angolari, preferibilmente in acciaio inox o in subordine in acciaio zincato, dotati di chiodi, perni filettati corredati di dado e controdado o viti autofilettanti del medesimo materiale.

In alternativa agli apparecchi metallici potranno essere adoperati gattelli lignei, purché di essenza dura almeno quanto quella degli elementi da collegare. Essi avranno una forma a cuneo, in modo da seguire scrupolosamente la geometria richiesta dalle pendenze di copertura e saranno ancorati agli elementi mediante tirafondi accoppiati in acciaio inox posizionati sul puntone e sull'arcareccio.

Nel caso in cui sia presente un tavolato ligneo quale sottomanto, esso dovrà essere opportunamente chiodato agli elementi lignei strutturali su cui poggia.

Per gli scempiati realizzati con pannelle di laterizio (o con mezzane) sarà opportuno chiodare, oltre la tavola di gronda posta in posizione terminale, anche tavole intermedie che fungano da supporti intermedi, ciò per evitare inopportuni scivolamenti dello stesso scempiato.

Tutti gli apparecchi metallici dovranno essere predisposti in officina, evitando il più possibile di eseguire saldature in cantiere che non farebbero che alterare l'efficacia delle protezioni anticorrosione.

Realizzazione di irrigidimenti delle coperture mediante doppio tavolato o mediante caldana armata

Solai di copertura deformati o mal collegati alla struttura muraria sottostante dovranno essere revisionati e consolidati secondo le disposizioni previste, previa la rimozione di tutte quelle parti che impediscano l'esecuzione delle operazioni e che devono quindi essere sostituite.

L'appaltatore, nella posa di doppio tavolato incrociato, dovrà scegliere materiale perfettamente stagionato affinché non si deformi e affinché non si arrechino danni alle parti della copertura alle quali è collegato; sceglierà le tavole di abete o di larice o di altra essenza disposta dalla direzione lavori, perfettamente piallate, dello spessore adeguato e dotate di immaschiatura; prima della posa dovrà trattare il materiale con prodotti fungicidi e antitarlo; disporrà le tavole secondo le direzioni previste (ossia parallelamente alla gronda per il primo strato e ortogonalmente per il secondo strato) partendo dalla gronda fino a arrivare al colmo.

Sarà necessario ne rispetti rigorosamente il parallelismo e che provveda ad ancorarle agli elementi strutturali sottostanti mediante viti autofilettanti in acciaio inox o mediante chiodi nervati lungo l'asse, assicurando la perfetta complanarità degli elementi.

Nei casi in cui lo scempiato sia realizzato in pannelle o in mezzane di laterizio oppure quando si voglia mettere in opera sul primo strato di tavole una caldana di calcestruzzo, l'appaltatore dovrà provvedere a fare sì che essa sia perfettamente collegata allo strato su cui insiste e agli elementi strutturali sottostanti, in modo da risultare collaborante.

La caldana sarà dotata di armatura metallica, per esempio rete elettrosaldata delle adeguate dimensioni, ben collegata con connettori, quali per esempio viti di lunghezza adeguata, atti a solidarizzare la caldana alle strutture lignee sottostanti: pertanto tali connettori saranno legati alle rete di armatura.

Successivamente l'appaltatore predisporrà il conglomerato costituente la caldana secondo la composizione prevista; la caldana potrà essere alleggerita o migliorata anche sul piano del contenimento delle dispersioni termiche mediante aggiunta di argille espansa o altri materiali preferibilmente naturali, purché si conservino le condizioni di rigidità poste alla base dei calcoli strutturali.

Nella predisposizione del conglomerato, l'appaltatore avrà cura di rispettare i dosaggi dei materiali, inclusi gli inerti, e valuterà insieme alla direzione lavori la possibilità di utilizzo di calce idraulica.

Avrà altresì cura di posizionare la rete di armatura in posizione mediana all'interno della caldana, così da assicurare si realizzi il comportamento previsto in progetto.

Realizzazione di cordolature in legno, in acciaio o con materiali compositi (FRP)

Nella realizzazione delle cordolature sommitali, che potranno essere in muratura armata, in legno, in acciaio, e solo in ultima analisi in cemento armato o costituite da materiali compositi (FRP), l'appaltatore, una volta preparato il letto, provvederà a ripulire la superficie di appoggio da tutti i materiali sciolti, incoerenti e polverosi lasciando comunque che questa conservi una propria ruvidezza affinché possa collaborare con l'attrito conseguente al fine di migliorare l'ancoraggio delle superfici.

Una opportuna bagnatura eliminerà ogni residuo di lavorazione e predisporrà la superficie agli interventi successivi; per cerchiature lignee, l'appaltatore selezionerà il miglior legname, preferibilmente quercia o castagno, adeguatamente stagionato e privo di difetti e lo tratterà con prodotti specifici anti-fungo e anti-muffa; per cerchiature metalliche, potranno essere utili profili a L con cuffie di alloggiamento delle teste delle travi o altro profilo, come da disposizione della direzione lavori.

Se richiesto, prima dell'alloggiamento degli elementi lignei e metallici, potrà essere messo in opera un doppio spessore di neoprene; in ogni caso, gli elementi di cordolo saranno collegati alla muratura perimetrale mediante cuciture armate che li ancorino a intervalli regolari (generalmente 50-60 cm).

Le cuciture saranno realizzate preferibilmente con barre in acciaio inox inghisate in perfori adeguati con malta idraulica additivata a ritiro controllato; l'appaltatore dovrà porre particolare attenzione nel trattamento dei collegamenti angolari.

Nell'impossibilità di realizzazione di cordolature lignee o in acciaio, potrà essere utile fare ricorso a cordoli in cemento armato.

I materiali compositi a base di fibre di carbonio, vetro o aramidiche, potranno essere usati per fasciare la sommità dei muri.

Una volta ripristinata la muratura e una volta ripulita la superficie, l'appaltatore provvederà al suo lavaggio; solo ad asciugatura avvenuta si potranno mettere in opera i materiali compositi.

Se richiesto dal progetto o dalle condizioni in cui si trovano le parti da consolidare, si provvederà a eseguire una rasatura con stucco epossidico a spatola o a fratazzo, atta a livellare le superfici.

Data la particolarità di questo tipo di intervento, l'appaltatore farà riferimento alle modalità tecniche previste dagli specifici prodotti e per la posa ricorrerà a personale qualificato nello specifico settore.

A superficie perfettamente pulita, verrà messo in opera un *primer* fluido a bassa viscosità di resina epossidica stesa a pennello o a rullo, avendo cura di aumentare la dose o di intervenire con strati successivi in presenza di superfici porose e ruvide. Successivamente verrà applicato un adesivo epossidico o poliestere, generalmente bicomponente, sul quale immediatamente mettere in opera i nastri, secondo le disposte grammature e orditure, avendo cura di effettuare le necessarie sovrapposizioni sia in senso longitudinale (20-30 cm) che in senso trasversale (2-5 cm).

Per migliorare l'adesione del nastro alla resina e per eliminare eventuali piccole bolle di aria, si farà uso di un rullo in gomma, lasciato scorrere con leggera pressione nella direzione delle fibre.

Dopo un'ora circa si eseguirà una seconda mano di resina atta a racchiudere le fibre e, nel caso si debbano disporre altri strati di nastro, si procederà come descritto sopra.

Una volta consolidato, lo strato di resina sarà in grado di trasferire alle fibre di rinforzo le sollecitazioni presenti sulla parte strutturale consolidata e proteggerà le stesse fibre da agenti deterioranti.

Il supporto murario sarà smussato in corrispondenza degli angoli, in modo da evitare danneggiamenti inutili e inopportuni.

Considerato che in posizione di copertura l'esposizione agli agenti atmosferici è pressoché continua, durante le lavorazioni l'appaltatore provvederà a mettere in campo, almeno fino alla fase di indurimento, tutte le opportune precauzioni di protezione.

Per superfici che resteranno esposte, dovranno essere adoperate adeguate protezioni; per superfici da intonacare, si provvederà, prima della completa asciugatura, a spolverarle con sabbia in maniera da migliorare l'aggrappaggio della malta.

Art. 17. Consolidamento di elementi di solai lignei strutturali

Ricostruzioni e integrazioni di parti degradate di travi

Per travi degradate l'appaltatore, una volta eseguita la puntellatura, procederà con metodi possibilmente non distruttivi. Verranno pertanto valutati innanzitutto interventi conservativi degli elementi già in opera, i quali verranno integrati per esempio con mensole, saette, puntoni, ecc., oppure si provvederà a scaricarli trasferendo altrove i carichi.

Nel caso in cui sia impossibile realizzare tali interventi l'appaltatore, dopo aver eseguito la puntellatura con ritiri regolabili di cantiere, rimuoverà, se sarà ritenuto necessario, gli strati sovrastanti di pavimento, di massetto o del manto di copertura e le orditure secondarie; rimuoverà le parti lignee che a giudizio della direzione lavori non potranno essere risanate e ricostruirà le parti ammalorate e marcescenti in maniera da assicurare la continuità del materiale necessaria alla trasmissione degli stati pensionali; eseguirà i perfori necessari seguendo le disposizioni di cantiere e ripulirà i fori da ogni traccia di truciolo mediante aspirazione.

Secondo quelle che sono le indicazioni di progetto, userà armature in acciaio o in resina di poliestere rinforzato con fibre di vetro (o altre fibre) disposte con l'andamento richiesto dal caso specifico. Una volta inserite le barre di consolidamento, le inietterà con malta reintegrante alla quale sarà stata aggiunta polvere legnosa il più possibile simile alla trave. Solo se espressamente richiesto potrà usare resine e betoncini, sempre seguendo scrupolosamente tutte le indicazioni previste dagli specifici prodotti e conservando in cantiere ogni elemento atto a verificarne le caratteristiche. In ogni caso, dovrà amalgamare tali sostanze con residui di lavorazione del legname (farina o trucioli) o con altri materiali vegetali puliti e privi di impurità. Qualora richiesto, l'appaltatore dovrà adoperarsi per rimuovere gli strati superficiali recuperabili della trave in modo da reimpiegarli a consolidamento avvenuto, affinché resti inalterato l'andamento delle fibre delle parti esteriori; per le parti non recuperabili, dovrà provvedere con opportune reintegrazioni che ripropongano l'andamento delle fibre. Solo a presa avvenuta potranno essere rimosse le puntellature.

Rigenerazione di testate di travi

Per travi di copertura, incluse quelle delle capriate, che presentino testate degradate non più idonee ad assicurare un adeguato appoggio e che per qualsiasi ragione non possano o non debbano essere sostituite, l'appaltatore dovrà procedere all'effettuazione di indagini di approfondimento sulle cause del degrado, in modo da approntare l'intervento idoneo al caso.

In accordo con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela del bene, verrà individuato un intervento ricostruttivo il meno possibile invasivo, il quale dovrà basarsi su quelle tecniche in grado di proporre la soluzione più prossima alla natura dei materiali e a quella delle tecniche già in opera.

Nell'esecuzione delle protesi in legno, una volta eseguite tutte le operazioni preliminari fino alla liberazione della testata della trave, l'appaltatore provvederà a rimuovere le parti deteriorate e marcescenti adoperando i mezzi meno aggressivi; una volta rimosse le parti non utilizzabili, l'appaltatore sceglierà legname della medesima essenza e della migliore qualità e, una volta trattato affinché non possa essere attaccato da funghi e batteri, provvederà a eseguire la protesi con la sagoma adatta al caso specifico, assicurando i giusti collegamenti e le giuste ammorsature con la trave esistente mediante incastri a pettine, inclinati o simili, a seconda anche delle sollecitazioni che la trave del solaio o della copertura potrà ricevere.

La protesi potrà essere ricavata sia da un unico elemento ligneo che dalla unione di più elementi (per esempio più tavole sovrapposte e collegate), anche con interposizione di rinforzi metallici in acciaio inox sottoforma di lamine.

Se le condizioni di carico lo permettono e se ci si trova in presenza di arcarecci, l'appaltatore potrà provvedere a realizzare placcature sulle superfici interessate con legname multistrato.

Le protesi faranno affidamento sulle unioni ottenute per incastro, su collanti specifici, su bullonature in acciaio inox oppure su cravatte metalliche, anche queste in acciaio inox.

Consolidamento di travi mediante cerchiature metalliche

Le cerchiature metalliche ortogonali all'asse serviranno a consolidare travi fessurate e deformate: sarà cura dell'appaltatore verificare che il legname non venga attaccato da funghi o da altri agenti e patologie deterioranti e debilitanti.

Dopo aver eseguito tutte le operazioni preliminari, compresa l'eventuale puntellatura, verranno messe in opera cerchiature metalliche in acciaio inox piatto delle dimensioni previste in fase di progetto o disposte dalla direzione lavori, dotate di elementi di collegamento e di meccanismi per la regolazione della trazione in punti facilmente accessibili. Al fine di evitare in fase di serraggio fenomeni di tranciamento delle fibre superficiali, i piatti saranno arrotondati lungo i bordi longitudinali e, se necessario, anche leggermente sollevati.

Gli eventuali collegamenti alla trave saranno realizzati con viti autofilettanti in acciaio inox inserite in fori di invito di piccole dimensioni, eseguiti con trapano a sola rotazione.

Consolidamento di travi mediante rinforzo estradossale o intradossale

Le travi non più sufficienti a sopportare i carichi potranno essere rinforzate, una volta eseguite le operazioni di puntellatura adeguate al caso, con elementi metallici posti all'estradosso, all'intradosso oppure sulle facce laterali.

Verranno utilizzati piatti o profili idonei, a seconda del grado di dissesto e delle condizioni generali dei luoghi.

Per i rinforzi eseguiti con ferri piatti, una volta puliti e trattati gli elementi metallici con prodotti antiossidazione, l'appaltatore eseguirà sulla trave i fori secondo le dimensioni e le direzioni previste e successivamente eseguirà i fori sui ferri piatti, collegando trave e rinforzo con i bulloni serrati.

Nel caso di interventi estradossali, dovranno essere rimossi tutti gli strati sovrastanti; il collegamento tra trave lignea e rinforzo in acciaio sarà assicurato da cravatte, anch'esse metalliche, pulite e trattate con prodotti antiossidazione.

Solo nei casi in cui si dovranno realizzare controsoffittature o ambienti di servizio, si realizzeranno consolidamenti dall'intradosso.

Dopo la posa degli ausili strutturali, appena sotto le travi lignee oppure di fianco verranno realizzati gli alloggiamenti dei profilati in acciaio. Verranno inserite le putrelle e successivamente messi in opera i collegamenti alla trave esistente mediante cravatte o fasce di serraggio, le quali garantiranno una continuità di comportamento ai carichi.

Qualora non si riuscisse a ottenere una perfetta aderenza tra i rinforzi e la trave, l'appaltatore provvederà a interporre elementi di contrasto (preferibilmente lignei).

Se necessario, la sezione resistente della trave potrà essere aumentata dall'estradosso, con l'inserimento sui travicelli di una robusta tavola in legno per tutta la lunghezza, collegata agli stessi travicelli e alla trave mediante viti autofilettanti di dimensioni adeguate.

Consolidamento di travi inflesse mediante centinatura

Le travi inflesse potranno essere consolidate, senza eseguire smontaggio, mediante tirantature poste all'intradosso realizzate con cavi d'acciaio inox (AINSI 304, AINSI 314), generalmente trefoli delle misure minime indispensabili collocati in apposite scanalature eseguite sulla superficie intradossale.

Alle estremità della trave da consolidare i cavi avranno andamento inclinato all'interno della sezione lignea, fino a riemergere all'estradosso opportunamente ancorati e dotati di regolatori di tensione.

Se necessario, i cavi potranno essere messi in trazione anziché direttamente sulla trave, mediante cavalletti distanziatori che contemporaneamente trasmetteranno una sorta di controflessione alla trave deformata; tali cavalletti dovranno assicurare lo scorrimento dei cavi in acciaio.

L'intervento necessiterà di ausili quali cravatte e cerchiature regolabili, anch'esse in acciaio, messe in opera in punti adeguati secondo le prescrizioni di progetto, assicurandosi che esse non vadano soggette a scivolamenti.

L'appaltatore avrà cura di interporre distanziatori lignei in modo da evitare fenomeni di condensa, i quali potrebbero essere causa di deterioramenti.

Art. 18. Consolidamento di solai in ferro e voltine in laterizio

Generalità

Prima di effettuare qualsiasi operazione consolidativa, l'appaltatore provvederà dall'intradosso a saldare ortogonalmente alle travi almeno tre barre di acciaio intere (due alle estremità e una in mezzzeria), atte a conservare inalterata la distanza reciproca.

Puntellerà a seconda delle necessità, avendo cura di non mettere in contrasto le voltine, specie quelle in foglio, per non alterarne il sistema di collegamento.

Eseguirà tutte le operazioni di rimozione dei materiali sovrastanti per giungere alle ali delle travi, a partire dai pavimenti (o dai manti di copertura) fino a giungere alla profondità richiesta dallo specifico intervento progettuale. Le putrelle verranno pulite e smerigliate, in modo che ogni traccia di ossidazione o di materiale di lavorazione venga rimossa.

Ogni materiale riutilizzabile in cantiere dovrà essere accatastato, dopo accurata pulitura, in luogo protetto e accessibile.

Se necessario, andrà alleggerito il carico sovrastante e rimossa una fascia di intonaco all'intradosso o all'estradosso, in modo che la muratura nuda sia pronta ad accogliere eventuali presidi consolidativi.

Gli interventi in generale si riferiranno alla circolare del Ministero dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 punto 7 dell'allegato 3 riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Consolidamento intradossale con travi rompitratta

Il consolidamento intradossale con travi rompitratta prevede che l'appaltatore metta in opera putrelle rompitratta a orditura semplice nella mezzeria del solaio.

Per solai con doppia orditura provvederà a metterle in opera in entrambe le due direzioni.

Le travi di presidio e quelle esistenti dovranno essere debitamente collegate con piastre di ripartizione dei carichi e quindi saldate per creare irrigidimenti.

Collegamento del solaio alle pareti

Il collegamento del solaio alle pareti prevede che le putrelle di ferro vengano opportunamente verificate negli appoggi, sia in relazione alla complanarità che in relazione alla compattezza e solidità dell'alloggiamento. Sarà verificata inoltre la dimensione di appoggio della trave: tale verifica sarà eseguita dall'appaltatore con cura e cautela e, in caso di letto di appoggio inadeguato o deteriorato, lo stesso appaltatore provvederà a inserire sotto l'ala inferiore un piatto in acciaio di adeguato spessore e dimensione, affinché il carico puntuale venga ripartito rigidamente su una superficie più ampia di muratura d'ambito.

Qualora la lunghezza dell'appoggio sia giudicata insufficiente o qualora in progetto sia previsto il collegamento delle travi alla muratura, l'appaltatore provvederà a scoprire la testa della trave e, operando dall'estremità esterna, salderà all'anima della putrella barre metalliche a aderenza migliorata (o piatti metallici), che saranno divaricati a coda di rondine in modo da costituire un solido e sicuro ritegno contro lo sfilamento.

Le saldature dovranno essere eseguite con particolare cura per tutta la lunghezza di sovrapposizione, la quale dovrà misurare almeno di 40 cm di lunghezza.

Terminato l'intervento su una testa di trave, si procederà alla chiusura del varco secondo le modalità previste per lo scuci-cuci prima di passare alla trave successiva.

Le travi potranno essere collegate anche in modo continuo, saldando all'estradosso o all'intradosso delle putrelle un profilato angolare posto a contatto con la muratura nuda.

Il profilo sarà adeguatamente collegato alle pareti con cuciture armate ottenute da barre in acciaio inox filettate, inserite in perfori iniettati successivamente con malta adeguata.

Le teste dei tirafondi saranno serrate con bulloni.

Il collegamento degli elementi di laterizio con la muratura, in direzione parallela all'orditura, dovrà essere verificato e eventualmente migliorato.

Se necessario, si interverrà dall'intradosso inserendo (se ritenuto congruo) un profilo longitudinale con funzione di appoggio. Tutte le saldature dovranno essere eseguite a cordone d'angolo.

Ogni differenza di spessore e dislivello nei piani di appoggio dovrà essere appianata con l'inserimento di lamine di acciaio, anch'esse saldate.

Irrigidimento mediante interventi estradossali sulle travi e caldana armata

L'appaltatore eseguirà l'operazione di consolidamento dopo aver verificato il buono stato di conservazione dei singoli elementi costituenti il solaio.

Effettuate le puntellature e le rimozioni, se previste, si provvederà a ripulire l'estradosso del solaio dalla presenza di eventuali materiali sciolti e polverosi.

La caldana, dopo la bagnatura dell'estradosso delle voltine fino a imbibizione del laterizio, dovrà essere gettata in opera con cura.

L'appaltatore avrà preventivamente assicurato il corretto e adeguato collegamento delle armature di consolidamento alle travi esistenti mediante connettori a forma di cavallotti (o mediante tralicci longitudinali) di acciaio inox, saldati all'estradosso delle putrelle.

Se necessario provvederà a eliminare un foro della pignatta a contatto con la putrella stessa, in modo che i collegamenti siano più solidarizzati.

La rete elettrosaldata, adeguatamente risvoltata e fissata sulla muratura nuda mediante cuciture metalliche disposte a quinconce, sarà ancorata ai connettori e ricoperta per almeno 4 cm dal conglomerato; questo sarà ottenuto miscelando inerti e leganti secondo le proporzioni previste in progetto e avrà caratteristiche minime di resistenza di 30 N/mm².

Sostituzione degli elementi in laterizio di solai in ferro

L'appaltatore, effettuate le puntellature necessarie e tutte le rimozioni, procedendo per strati fino agli elementi in laterizio da sostituire, metterà in opera il tavellonato disposto dalla direzione lavori facendo uso di un tavolato provvisorio di servizio posato sulle putrelle: tavolato che generalmente sarà posato sull'ala inferiore delle putrelle.

Nel caso in cui si dovessero intonacare i tavelloni, potrà, a discrezione della direzione lavori, spessorarsi l'appoggio in maniera da lasciare in vista, a lavori ultimati, l'ala inferiore della putrella.

Se richiesto sul piano strutturale, prima del getto l'appaltatore provvederà a creare uno strato alleggerito e isolato termicamente e acusticamente.

Sull'ala superiore verranno saldati ferri con andamento a dente di sega, atti a creare le necessarie collaborazioni tra soletta e travi; completeranno il sistema di irrigidimento rete elettrosaldata o armatura ortogonale, collocate secondo le disposizioni di progetto.

Previa bagnatura del sottofondo, verrà eseguito il getto di calcestruzzo secondo la composizione prevista in progetto.

Art. 19. Costruzione di nuovi solai orizzontali

Generalità

I lavori di realizzazione di orizzontamenti piani, sia inclinati che orizzontali, saranno definiti dal progetto e dalla direzione lavori, inclusi i carichi previsti e i sovraccarichi accidentali.

Generalmente, negli edifici storici o sottoposti a tutela, si prediligeranno solai tradizionali che l'appaltatore eseguirà con diligenza e appropriatezza, apportando eventuali modifiche e adattamenti che in fase esecutiva dovessero rendersi necessari.

Solai piani strutturali

I solai in legno saranno eseguiti col materiale idoneo prescritto, il quale in relazione alle categorie previste in progetto e nelle verifiche statiche non presenterà alcun genere di difetto.

Gli interassi di travi e travicelli saranno eseguiti in modo da rispettare e assicurare i giusti e serrati appoggi del tavolato, del tavellonato o della pianellatura superiore. Su questi ultimi dovrà essere messo in opera lo strato di caldana, eventualmente armata, formato da calce idraulica e ghiaietto e, se necessario, argilla espansa.

Per solai in ferro e voltine in laterizio pieno o forato, le putrelle di ferro rispetteranno le dimensioni previste in progetto e verranno preventivamente trattate con vernici protettive e anticorrosive; prima della posa e del trattamento esse saranno predisposte secondo il sistema di ancoraggio previsto, pertanto dovranno essere forate per la messa in opera di chiavi, ancoraggi o altro; saranno appoggiate sulla muratura a partire dal loro posizionamento sopra idonea piastra, atta a distribuire i carichi seguendo un interasse proporzionato al tipo di laterizio prescelto, in ogni caso mai superiore a 1 m.

Una volta messe in opera le putrelle, si procederà alla posa del laterizio facendo uso preferibilmente di malta a presa rapida; nel caso di mattoni in foglio dovranno essere realizzate, se necessario, opportune centinature per la posa. Le volterrane e i foratoni saranno appoggiati alle putrelle insieme all'eventuale armatura secondaria.

Per intradossi intonacati, potrà essere necessario interporre e far uscire tra le commettiture del laterizio elementi anche lignei che possano migliorare l'aggrappaggio della stessa malta di intonaco.

Dopo la posa del laterizio, l'appaltatore riempirà la putrella, fino all'ala superiore, con pomice o altro materiale leggero impastato a malta magra. Infine verrà realizzata la caldana.

I solai laterocementizi o misti dovranno rispondere a tutti i requisiti previsti dalle normative vigenti.

Essi dovranno essere eseguiti rispettando tutte le indicazioni geometriche e qualitative, in modo che il trasferimento dei carichi avvenga secondo i calcoli di progetto e le sollecitazioni previste cadano nelle aree e nelle sezioni giuste: pertanto, particolare cura dovrà essere posta sulla verifica dell'aderenza dei materiali, sui collegamenti, sulle disposizioni delle armature, sulle dimensioni dei travetti e sulla composizione e qualità del getto, garantendo altresì che ogni parte metallica sia adeguatamente coperta da calcestruzzo per almeno 1 cm di copriferro.

La realizzazione di solai in cemento armato rispetterà rigorosamente le prescrizioni di progetto relative alle sezioni, alle armature e alla caratteristiche dei materiali.

Altri tipi di solaio della tradizione locale

Sottomanti, manti e lastrici

Il sottomanto potrà essere realizzato in legno o in laterizio.

Se realizzato in legno, dovrà avere uno spessore minimo di 2,5 cm, essere composto di abete ben piallato e stagionato connesso con battuta o senza battuta oppure maschiettato, a seconda delle prescrizioni di progetto. Le interruzioni di testa cadranno in corrispondenza dell'orditura secondaria e si dovrà aver cura di sfalsarle; in questo caso il tavolato andrà eventualmente e opportunamente chiodato.

In caso venga usato il laterizio, le pianelle o le tavelle saranno posate con cura sui correntini, ben accostate e ben sigillate con malta idraulica liquida, evitando fessure superiori ai 5-6 mm.

In alternativa si potrà fare uso di lastre ondulate delle dimensioni adeguate a garantire il carico dell'orizzontamento e i sovraccarichi accidentali; la posa di dette lastre avverrà su travicelli o correntini disposti a interasse adeguato e dovrà essere garantita la sovrapposizione a seconda del tipo di lastra. Per le connessioni si farà uso di connettori metallici o delle grappe o delle viti la cui tipologia sarà quella prevista dalla ditta produttrice: in ogni caso l'appoggio perimetrale sarà meglio garantito da listelli di legno fissati alla muratura.

Il manto potrà essere in tegole e coppi, in tegole alla romana o maritate (coppo e embrice) oppure in tegole piane (tipo marsigliesi o scandole di pietra o legno).

Se prescritto in progetto, potranno essere usati manti in rame (a sandwich o a elementi singoli), in guaina bituminosa ardesiata (tegola canadese) o a lastrico: in ogni caso nei punti di compluvio e di displuvio e nei contatti con pareti verticali, comignoli o altro, si dovranno realizzare converse e scossaline in laterizio stesso oppure in rame, zinco o piombo, in modo da assicurare la tenuta all'acqua per almeno 20 cm di altezza.

Per manti realizzati con tegole, coppi e embrici, partendo dall'imposta fino al colmo, si dovranno posare (o murare) alla distanza giusta gli elementi concavi sul sottomanto, così da consentire la posa successiva del coppo; si dovranno tenere gli allineamenti con il filo in entrambe le direzioni; gli elementi inferiori verranno opportunamente sovrapposti in modo da garantire la tenuta all'acqua.

Successivamente si procederà alla posa del coppo partendo anche in questo caso dall'imposta per arrivare al colmo. Si provvederà a chiudere i colmi delle coperture con i tegoloni murati con calce idraulica e quindi a realizzare le chiusure dei comignoli.

Per manti realizzati con tegola piana, questa potrà essere messa in opera direttamente sui correntini (senza sottomanto) oppure su sottomanto, interponendo una listellatura lignea utile per le chiodature o per l'aggancio dei dentelli inferiori che le tegole posseggono.

La tegola piana dovrà essere posta secondo la sua forma e le sue modalità di posa, assicurando il collegamento ai correnti o al sottomanto attraverso legature in fil di ferro zincato o chiodature realizzate attraverso il predisposto foro delle stesse tegole. Sul sottomanto potrà essere utile fare anche uso di malta idraulica. Si chiuderanno i colmi con i tegoloni in dotazione.

Il rame per le coperture dovrà possedere i requisiti previsti negli elaborati di progetto e rispondere alle caratteristiche UNI e ISO per i materiali da costruzione.

Lastre e nastri di rame dovranno essere messi in opera con i metodi e i sistemi a corredo del prodotto; in ogni caso viti, staffe, ecc andranno protette con cappellotti antipioggia e antinfiltrazione.

Tutte le sovrapposizioni e i risvolti saranno realizzati accuratamente mediante rivettatura, graffatura semplice e doppia graffatura.

I lastrici orizzontali dovranno possedere le pendenze necessarie (2%) per il deflusso delle acque, le quali saranno incanalate in bocchettoni che conducono ai collettori di raccolta.

Sul massetto delle pendenze verrà eseguita una camicia di calce idraulica a protezione del massetto stesso e, successivamente, una smaltatura impermeabile o una impermeabilizzazione con guaina bituminosa che interessi anche il piede della muratura perimetrale di chiusura per almeno 20 cm e poi la pavimentazione di chiusura.

Per le impermeabilizzazioni, si rinvia ai contenuti del paragrafo specifico.

Altri tipi di sottomanto, manto e lastrico della tradizione locale

Controsoffitti

I controsoffitti saranno eseguiti seguendo le sezioni e le altezze previste in progetto.

Essi potranno essere piani o sagomati e pertanto potranno richiedere anche l'impiego di adeguate centinature. Dovranno in ogni caso possedere la giusta rigidezza o consistenza, così da evitare che nel tempo si possano formare crepe e fessurazioni; dovranno essere assicurati sfiatatoi e griglie per la fuoriuscita e il movimento dell'aria nell'intercapedine.

I controsoffitti in camorcanna (camera canna) saranno realizzati su un'armatura principale (rettilenea o curvilinea 6 x 12 cm) in legno di abete che costituirà la costolonatura posta a interasse non superiore a 1 m; alla costolonatura saranno chiodati e fissati con raggette i correntini trasversali (4 x 4 cm) a un interasse pari a 30 cm circa; lungo i muri perimetrali i correntini poggeranno su un listello fissato alla muratura oppure direttamente sulla muratura stessa; all'orditura dei correntini verrà fissata la rete in ferro zincato di diametro di 1 mm circa e a maglia 1 x 15 mm.

Successivamente, l'appaltatore provvederà al rinzafo con malta bastarda per la predisposizione del supporto sul quale infine verrà realizzata la finitura con intonaco di calce idraulica ben steso e lisciato, in modo che non siano visibili irregolarità e imperfezioni.

I controsoffitti tipo *Perret* o simile saranno realizzati ancorando all'intradosso del solaio opportuni elementi metallici, tipo cavallotti, atti a sostenere il controsoffitto stesso; successivamente saranno messe in opera le tavelline in laterizio e l'armatura metallica in tondini di ferro collegata ai cavallotti mediante cemento Portland. Si provvederà infine alla realizzazione della finitura di intradosso.

I controsoffitti tipo *Strauss* o a graticcio saranno realizzati mettendo in opera la rete metallica in ferro dolce ricotto (maglia 2 x 2 cm e diametro 1 mm), dotata di nodi in cotto, su cavallotti del tutto simili a quelli descritti in precedenza e aventi funzione di supporto. Tale rete potrà essere messa in opera su struttura centinata curvilinea o piana, in ogni caso opportunamente tesa e fissata lungo il perimetro con grappe e longherine, oltre che nei punti necessari, in modo da poter conservare la curvatura. Con forza verrà gettata la malta che penetrerà nelle maglie e si aggrapperà ai nodi di argilla.

I controsoffitti in cartongesso saranno realizzati fissando con opportuni ganci o linguette di ancoraggio le lastre di cartongesso a una intelaiatura lignea (o in profilati di alluminio) a graticcio, posta all'intradosso del solaio. Sarà cura dell'appaltatore sigillare i giunti e rasare le superfici in maniera che non siano visibili fessurazioni e dislivelli.

Altri tipi di controsoffitto della tradizione locale

Art. 20. - Consolidamento di opere in cemento armato

Generalità

Prima di dar vita a qualsiasi tipo di intervento su strutture in cemento armato degradate, l'appaltatore avrà cura di effettuare tutte le operazioni necessarie atte a verificare che le condizioni poste alla base del progetto vengano rispettate, con particolare riguardo alle reciproche connessioni tra pilastri, travi e solette.

Per i lavori di consolidamento il riferimento normativo sarà il seguente:

- L. n. 1086 del 5 novembre 1971 "Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso e a struttura metallica";
- D.M. LL.PP. 2 luglio 1981 n. 198 "Normativa tecnica per la riparazione e il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia";
- circolari Ministeriali n. 22120 del 12 dicembre 1981 "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione e il rafforzamento degli edifici in cemento armato e a struttura metallica danneggiati dal sisma";
- D.M. LL.PP. del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- circolare del Ministero LL.PP. del 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zona sismica" di cui al D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 – Murature di cemento armato (punto 2.1, 2.2, 2.3 dell'allegato 4).

L'appaltatore eseguirà altresì tutte i lavori di preparazione con estrema cura, in modo da rendere efficaci gli interventi il cui buon esito dipende dall'attenzione posta sulle fasi preparatorie.

Le operazioni preliminari saranno eseguite secondo fasi propedeutiche, come disposto dalla direzione lavori. In caso mancino indicazioni precise, si procederà mediante accurata asportazione del calcestruzzo ammalorato e degradato, fino al raggiungimento della parte compatta, verificando che non restino in opera parti poco compatte, decoese e polverose.

L'appaltatore procederà manualmente o con strumenti a basso impatto, scavando, scalpellinando e infine martellinando, evitando dannose sollecitazioni che potrebbero amplificare il degrado, in modo che la superficie finale risulti rugosa e possa aumentare l'adesione dello strato di ripristino.

La profondità dell'asportazione dovrà giungere fino allo strato che in fase diagnostica è stato segnalato in stato di degrado; in ogni caso la rimozione dovrà consentire la ricostruzione di uno spessore di malta nuova non inferiore ai 10-15 mm di spessore.

L'operazione di scalpellinatura dovrà riportare a nudo i ferri di armatura e, meglio ancora, dovrà giungere anche a tergo dei ferri per uno spessore non inferiore al diametro delle stesse armature.

La superficie delle barre di armatura dovrà essere accuratamente ripulita dagli strati di ossidazione anche mediante spazzole metalliche, fino a che verrà riportata a nudo pulita e nitida.

Infine, con l'ausilio di spazzole metalliche che asportino ogni residuo decoeso e polveroso, la superficie del calcestruzzo andrà preparata mediante sabbiatura o idrosabbiatura, a seconda della necessità.

Quest'ultima operazione preparatoria potrà giovare anche alla pulizia delle barre di ferro.

Ricostruzione del copriferro

La ricostruzione del copriferro sarà eseguita qualora s'interrverrà su strutture in elevazione quali sbalzi e aggetti, terrazzi, marcapiani, mensole sottogronda anche modanate, parapetti, sporti di gronde che presentano degrado e deterioramento, cavillature, lesioni, espulsione di materiale nonché sgretolamenti: l'obiettivo sarà la ricostruzione del materiale e della sezione resistente dell'elemento architettonico.

L'appaltatore interverrà dopo aver eseguito tutte le operazioni preliminari già descritte in precedenza.

Se necessario, anche in assenza di prescrizione della direzione lavori, l'appaltatore potrà mettere in opera rete in acciaio elettrosaldato zincata, del tipo Fe B 38 K, posizionata sul sottofondo da consolidare, in aderenza oppure distanziata (a seconda dello spessore da ricostruire) in modo da consentire la penetrazione della malta.

La rete dovrà essere collegata al sottofondo mediante sistemi di chiodature o connettori, consentendo la realizzazione di uno strato di copriferro assolutamente non inferiore a 10 mm.

A seconda dei casi, la rete metallica potrà essere sostituita da rete in polipropilene a maglia quadrata orientata secondo le due direzioni. Le dimensioni della maglia e il diametro delle armature (sia in ferro che in polipropilene) dovranno essere stabiliti in accordo con la direzione lavori.

Una volta posata la rete, si procederà alla pulizia del supporto mediante vapore e bagnatura fino a saturazione, evitando tuttavia i residui acquosi che dovranno essere rimossi mediante asciugatura o mediante aria compressa. L'appaltatore provvederà a proteggere i ferri di armatura applicando a pennello una mano di boiaccia passivante anticarbonatante di tipo neoplastico, priva di nitrati e con adeguate caratteristiche di aderenza all'armatura e al calcestruzzo, resistenza alla corrosione, lavorabilità e resistenza al fuoco.

Dopo il passaggio di una prima mano, trascorse alcune ore, verrà data una seconda mano di maggiore spessore; eventuali contaminazioni del calcestruzzo con tale prodotto potranno giovare a migliorare l'aderenza al supporto. Trascorse ventiquattro ore, dopo aver bagnato il calcestruzzo e aver atteso l'assorbimento dell'acqua in modo che le superfici risultino opache, verrà messa in opera la malta di ripristino preparata con leganti idraulici, del tipo fibrorinforzato, tixotropico e a ritiro controllato, secondo le indicazioni della direzione lavori: tale malta sarà dotata di caratteristiche meccaniche tali da consentire il raggiungimento del grado di resistenza previsto dopo 28 giorni di stagionatura. In caso di spessori consistenti, si procederà a più strati, ognuno dei quali non superiore a 30 mm per un totale di 100-120 mm. La bagnatura della malta di ripristino eseguita per 24 ore eviterà ritiri eccessivi.

A presa avvenuta, facendo uso di malta rasante a base di leganti idraulica additivata con inerti silicei e stesa con fratazzo, si procederà con una rasatura in modo da ottenere una superficie rettificata; in alcuni casi si potrà stendere la malta di ripristino a spruzzo mediante macchina, operazione che richiederà meno accuratezza nella preparazione del sottofondo e nell'uso di aggrappante. Anche mediante macchina si dovrà procedere per strati successivi, attendendo sia trascorsa un'ora tra una posa e l'altra e mantenendo umida la superficie ultimata per 48 ore.

Il trattamento finale, sia esso colorato che trasparente, servirà a proteggere la superficie e dovrà essere steso solo su supporto ben asciutto procedendo con due mani (a pennello, a rullo o con macchina a bassa pressione), messe in opera a distanza di 24 ore, previa campionatura.

Si utilizzerà una pittura anticarbonatante a base acrilica o comunque a base di resina sintetica, purché sia garantita la permeabilità al vapore e la resistenza alle variazioni di temperatura (in particolare al gelo). Talvolta il trattamento finale potrà essere adoperato sul supporto esistente: in questo caso il calcestruzzo dovrà essere ben pulito con apposito *primer*.

Durante le fasi di ripristino, per conservare la superficie, l'appaltatore dovrà operare in ambiente protetto da correnti d'aria, sole, gelo e piogge.

Ricostruzione della sezione resistente

La ricostruzione della sezione resistente è necessaria per gli interventi su strutture portanti quali travi, pilastri, setti strutturali, architravi e simili che presentano degrado e deterioramento, cavillature, lesioni, espulsione e cadute di materiale nonché sgretolamenti provocati da svariate cause, compreso il processo di ossidazione delle armature.

L'obiettivo sarà la ricostruzione della stessa sezione resistente del materiale che compone la struttura deteriorata, in modo che venga recuperata e restituita alla funzione strutturale originaria.

L'appaltatore, dopo aver provveduto ai necessari puntellamenti dell'elemento strutturale da consolidare, interverrà eseguendo tutte le operazioni preliminari così come descritte in precedenza, inclusa la pulizia del calcestruzzo e dei ferri.

Una volta rimosso il calcestruzzo deteriorato e fessurato, l'appaltatore giungerà fino agli spigoli delle staffe dell'elemento strutturale per una superficie più ampia di quella da consolidare, in modo da garantire le eventuali sovrapposizioni delle barre di ferro che verranno aggiunte, secondo le indicazioni della direzione lavori.

L'appaltatore provvederà alla rimozione dei ferri elasticizzati o plasticizzati o che comunque, a causa della loro ossidazione e del loro stato di degrado, non rispettino le condizioni necessarie alla loro eventuale conservazione.

I ferri deformati recuperabili verranno raddrizzati e integrati con barre di armatura Fe B 44 K a aderenza migliorata, preferibilmente inossidabili o comunque in acciaio zincato (per i pilastri si suggerisce un diametro non inferiore ai 12 mm). In ogni caso la lunghezza delle sovrapposizioni dei ferri di armatura dovrà essere considerata pari al doppio dell'interasse tra due staffe.

I ferri sovrapposti saranno tenuti accostati mediante filo di ferro, il quale sarà da preferirsi alle saldature; nel caso in cui vengano utilizzate, sono da escludere le saldature di testa e da preferire quelle a cordone longitudinale.

Le staffe integrative saranno più ravvicinate, specie in prossimità dei nodi (per i pilastri si suggerisce un diametro non inferiore agli 8 mm).

Saranno seguite scrupolosamente le indicazioni di progetto e della direzione lavori, avendo cura di eseguire perforazioni e di inserire barre passanti iniettate con malta antiritiro in corrispondenza dei nodi, allo scopo di migliorarne la resistenza.

A seconda delle necessità, per tenere unita la nuova armatura a quella preesistente, si potrà utilizzare anche rete in acciaio zincato elettrosaldata Fe B 38 K leggera oppure rete in polipropilene a doppia direzione resistente, opportunamente collegata alle armature e, se necessario, anche al calcestruzzo, con ciò migliorando anche la resistenza del supporto per la malta di consolidamento.

Per elementi strutturali estesi quali setti o pareti, la rete di armatura potrà essere a doppio strato e dovrà essere collegata al supporto da consolidare con spillature e connettori opportunamente iniettati.

In presenza di lesioni non passanti, queste dovranno essere risarcite mediante interventi localizzati consistenti in iniezioni di resine (le procedure relative verranno descritte successivamente).

L'appaltatore dovrà altresì proteggere i ferri di armatura applicando a pennello una mano di boiaccia passivante anticarbonatante di tipo neoplastico, priva di nitrati, con adeguate caratteristiche di aderenza all'armatura, resistenza alla corrosione, lavorabilità e resistenza al fuoco. Dopo una prima mano, trascorse alcune ore, verrà data una seconda mano di maggiore spessore. Eventuali contaminazioni del calcestruzzo con tale prodotto potranno migliorare l'aderenza al supporto.

Trascorse ventiquattro ore, dopo aver pulito il calcestruzzo, verrà steso con pennello un aggrappante a base di resina epossidica bicomponente, atto a garantire la perfetta continuità strutturale tra il calcestruzzo preesistente e la parte ricostruita.

Successivamente, e comunque entro tre ore dalla posa dell'aggrappante, verrà messa in opera la malta di ripristino preparata con leganti idraulici, del tipo fibrorinforzato, tixotropico e a ritiro controllato/compensato, secondo le indicazioni della direzione lavori, con caratteristiche meccaniche tali da consentire il raggiungimento del grado di resistenza previsto dopo 28 giorni di stagionatura. In caso di spessori consistenti si procederà a più strati, preferendo l'applicazione a spruzzo eseguita con macchina anziché a cazzuola.

Nell'eventualità di impiego di casseformi (per interventi ricostruttivi consistenti), queste dovranno essere a tenuta, impermeabili e sature di acqua nonché trattate con disarmante; il getto verrà eseguito con macchina come un normale getto di calcestruzzo o anche con vibratori in modo da evitare la formazione di bolle d'aria. Al fine di evitare che flussi contemporanei di calcestruzzo intrappolino bolle d'aria, verrà studiata la sequenza dei getti e si dovranno pertanto favorire loro fuoriuscite; dopo 48 ore si potrà procedere al disarmo. La bagnatura della malta di consolidamento potrà evitare ritiri eccessivi o comunque cavillature; in alternativa si potranno adoperare prodotti antievaporanti con funzione anche di *primer* per la stesura dello strato finale.

A presa avvenuta, facendo uso di malta rasante a base di legante idraulico additivata con inerti silicei e stesa con fratazzo, si procederà con una rasatura, in modo da ottenere una superficie rettificata.

Se richiesto, il trattamento finale, sia esso colorato che trasparente, servirà a proteggere la superficie e dovrà essere steso a due mani (a pennello, a rullo o con macchina a bassa pressione), previa campionatura, messe in opera a distanza di 24 ore, solo su supporto ben asciutto. Si utilizzerà una pittura anticarbonatante a base acrilica o comunque a base di resina sintetica, purché sia garantita la permeabilità al vapore e la resistenza alle variazioni di temperatura (in particolare al gelo).

Talvolta il trattamento finale potrà essere adoperato sul supporto esistente: in questo caso il calcestruzzo dovrà essere ben pulito con apposito *primer*.

Durante le fasi di ripristino, per preservare la superficie, l'appaltatore dovrà operare in ambiente protetto da correnti d'aria, sole, gelo e piogge.

Risarciture e sigillature di lesioni

Le iniezioni di malta cementizia o di resine poliuretaniche (oppure epossidiche) eseguite a bassa pressione, purché abbiano elevate proprietà di adesione al supporto, sia esso calcestruzzo che ferro, e adeguate capacità di resistenza e di modulo elastico, serviranno a risarcire e sigillare lesioni localizzate (3-4 mm di larghezza), sulle quali difficilmente sarebbe possibile intervenire semplicemente con malta di ripristino.

Una volta scelto il tipo di resina adatto all'esecuzione degli interventi, si presterà molta attenzione alle prescrizioni tecniche di utilizzo illustrate nelle istruzioni, con particolare riguardo alle condizioni climatiche e alle temperature richieste.

Per microlesioni si preferiranno le resine, per lesioni più ampie resine additivate con inerti finissimi, ad esempio polvere di quarzo. Le resine saranno fluide del tipo bicomponente e scarsamente viscosi, con adeguate proprietà di resistenza e di modulo elastico, secondo le indicazioni di progetto.

Una volta eseguite le operazioni preparatorie di pulizia superficiale, di scarnificazione delle lesioni e di pulizia profonda mediante getto di aria compressa, l'appaltatore le sigillerà superficialmente per evitare la fuoriuscita delle malte o delle resine di consolidamento, inserendo tubi di attesa per l'immissione dei bocchelli di iniezione e avendo cura di non far cadere all'interno della lesione particelle residuali dannose ai fini della buona riuscita dell'intervento consolidativo.

Il posizionamento delle cannule verrà opportunamente studiato (8-10 mm di diametro a interasse di circa 20 cm), seguirà l'andamento delle lesioni e non trascurerà i punti in cui avvengono ramificazioni delle lesioni stesse. Se necessario, verranno posizionate dopo la sigillatura superficiale e dopo l'esecuzione di piccole perforazioni con sonde a sola rotazione, avendo cura di rimuovere i residui prodotti anche all'interno delle lesioni.

Le iniezioni verranno praticate a partire dal basso, fino a fuoriuscita del consolidante dal bocchello superiore; si procederà chiudendo il bocchello inferiore e iniettando nuovamente da quello superiore; le iniezioni saranno eseguite a bassa pressione (2-4 atm).

Dopo 7 giorni il materiale consolidante avrà ottenuto una buona presa, perciò si procederà a tagliare a raso i tubicini di iniezione.

Si completerà l'intervento con tutti gli interventi di finitura previsti.

Consolidamento con materiali compositi (FRP ossia *Fiber Reinforced Polymers*)

Le strutture in elevazione quali setti portanti, travi, pilastri, solai, ecc., con lesioni generate da sforzi di trazione o di taglio o che comunque non siano più in grado di sopportare tali sforzi, possono essere consolidate mediante l'impiego di materiali compositi messi in opera, come fasciature o placcaggio: l'obiettivo sarà aumentare la sezione resistente, che in questo modo risponderà adeguatamente agli sforzi ai quali è sottoposta.

L'appaltatore userà tutte le cure necessarie alla pulizia delle superfici da ogni residuo di polvere, adoperando, se necessario, aria compressa a bassa pressione o anche lavaggio. Solo ad asciugatura avvenuta si potranno mettere in opera i materiali compositi.

Si provvederà, se richiesto dal progetto o dalle particolari condizioni delle parti da consolidare, a operare una rasatura con stucco epossidico, eseguita a spatola o a fratazzo e atta a livellare le superfici.

Ogni operazione verrà eseguita a partire dalla scrupolosa osservanza delle disposizioni previste per ogni specifico prodotto.

Data la particolarità del tipo di intervento, l'appaltatore farà riferimento alle modalità tecniche previste dalle schede tecniche e per la posa ricorrerà a personale qualificato nel settore specifico.

A superficie perfettamente pulita, verrà messo in opera un *primer* fluido a bassa viscosità di resina epossidica stesa a pennello o a rullo, avendo cura di aumentare la dose o di intervenire con strati successivi in presenza di superfici porose e ruvide; verrà messo in opera anche un adesivo epossidico o poliestere, generalmente bicomponente, sul quale mettere immediatamente in opera i nastri, secondo la disposta grammatura e orditura, avendo cura di effettuare le necessarie sovrapposizioni sia in senso longitudinale (20-30 cm) che in senso trasversale (2-5 cm).

Questi materiali (fibre aramidiche, di carbonio o di vetro) potranno essere unidirezionali o multidirezionali e saranno disposti secondo le necessità richieste dal quadro fessurativo, sempre aderendo perfettamente alla superficie.

Al fine di far aderire l'intonaco o la rasatura, sulla resina ancora fresca si potrà eseguire uno spolvero di sabbia al quarzo.

Consolidamento con lamine composite (CFRP ossia *Carbonium Fiber Reinforced Polymers*)

Il consolidamento con lamine composite interesserà travi, solai e elementi strutturali sbalzanti sottoposti a flessione, danneggiati o necessitanti di rinforzo strutturale; si potrà intervenire con lamine poltruse in fibra di carbonio, opportunamente rivestite di resina epossidica a aderenza migliorata, adatta al collaggio.

L'appaltatore dovrà ripulire le superfici con estrema cura, anche mediante sabbiatura oppure con l'ausilio di spazzole metalliche.

Successivamente, se saranno presenti lacune di materiale, dovrà ricostruire la superficie con malte tixotropiche ad alta resistenza e a ritiro compensato, in modo da fornire una superficie continua sulla quale intervenire con la lamina.

La posa con pennello o la posa a rullo di un *primer* a base di resina epossidica a consistenza fluida e con proprietà di bassa viscosità migliorerà l'aderenza.

Sulla lamina in CFRP e sul supporto da consolidare verrà messo in opera il collante (spessore 1-3 mm), anche questo a base di resine epossidiche bicomponenti e tixotropiche; la lamina, quindi, sarà posizionata sul supporto e fatta aderire con rullo in modo che, a seguito della pressione, fuoriescano l'aria e il collante in eccesso lungo il bordo, il quale verrà accuratamente ripulito. Se necessario, la lamina verrà messa a contrasto con puntellature fino a che la fase di polimerizzazione sia avvenuta; nei casi in cui sia richiesto, l'intervento consolidativo potrà richiedere ausili con nastri in CFRP disposti trasversalmente.

Durante lo svolgersi di queste operazioni dovranno essere evitate esposizioni al sole delle lamine o dovranno comunque essere adoperati opportuni prodotti filtranti.

Altri tipi di interventi di consolidamento di strutture in cemento armato

Art. 21. Impermeabilizzazione di orizzontamenti

Generalità

Gli interventi di impermeabilizzazione o il rifacimento di tali interventi sia su supporto murario che su un precedente intervento di impermeabilizzazione, dovranno essere eseguiti con estrema accuratezza sulle superfici interessate con particolare riguardo in prossimità di risvolti, fori, aperture, canne, camini e giunti di dilatazione, in modo da impedire alle acque meteoriche di infiltrarsi e percolare nelle murature e nei solai. L'appaltatore farà uso di materiali in possesso delle adeguate caratteristiche e delle adeguate qualità, seguendo le prescrizioni di progetto e quelle della direzione lavori.

Nel caso in cui l'orizzontamento da impermeabilizzare copra vani in cui vi sia un regime igrometrico tale che si registri presenza di umidità o vapore, dovrà essere realizzata una barriera a vapore che potrà essere costituita dallo stesso strato impermeabilizzante dotato anche di queste caratteristiche.

Le superfici interessate dovranno essere ripulite e rese lisce e prive di ogni asperità, in modo che il materiale impermeabile non possa in alcun modo subire danneggiamenti. Simili accorgimenti dovranno essere usati anche nelle lavorazioni successive, in modo da assicurarsi che oggetti e strumenti acuminati, nonché attrezzature di vario tipo e mezzi (ad esempio un muletto o un montacarichi) vengano appoggiati sulle superfici impermeabilizzate. Potranno essere usate guaine impregnate con prodotti bituminosi, guaine elastomeriche o prodotti liquidi a base di resine sintetiche.

L'appaltatore, nella esecuzione di questa lavorazione, dovrà attenersi scrupolosamente alle indicazioni riportate nelle specifiche schede tecniche dei prodotti adoperati, facendo ovviamente uso di mano d'opera specializzata.

Impermeabilizzazione di coperture già impermeabilizzate non praticabili

L'impermeabilizzazione di coperture già impermeabilizzate interesserà i solai di copertura già impermeabilizzati, siano essi orizzontali che inclinati, la cui protezione impermeabile non sia più efficace. L'appaltatore dovrà rimuovere la vecchia guaina deteriorata, danneggiata o semplicemente priva delle necessarie proprietà elastiche; lo strato sottostante, se necessario anche mediante idropulitrice, andrà accuratamente ripulito con l'eliminazione di ogni residuo incoerente e polveroso.

La superficie da impermeabilizzare dovrà essere resa piana tramite interventi integrativi delle lacune del sottofondo eseguiti mediante malta idraulica, secondo le disposizioni della direzione lavori, avendo cura di verificare le pendenze e la loro corretta disposizione verso i fori di deflusso e di raccordare, sempre con malta, la superficie orizzontale con quella verticale.

Successivamente verrà messo in opera a pennello, a spruzzo o a rullo un *primer* bituminoso adatto al caso e, quindi, andrà stesa sopra la guaina impermeabile elastoplastica bituminosa e armata con tessuto non tessuto a base di poliestere, seguendo le prescrizioni disposte dalla direzione lavori.

I teli impermeabili dovranno essere disposti dopo sfiammatura, in modo da sciogliere lo strato bituminoso e renderlo adesivo. La posa potrà avvenire con la totale aderenza della guaina impermeabile al supporto di sottofondo oppure mediante indipendenza della guaina rispetto al supporto, la quale verrà comunque resa unica tramite collaggio a caldo delle sovrapposizioni.

L'appaltatore procederà in ogni caso alla realizzazione di sovrapposizioni di almeno 10 cm, assicurando l'eliminazione di eventuali bolle d'aria.

Nel caso in cui la guaina venga messa in opera su materiale termoisolante, i giunti impermeabili dovranno essere sfalsati rispetto a quelli del manto isolante: gli strati di guaina dovranno essere due, disposti con andamento reciprocamente parallelo ma sfalsato, avendo cura di disporre i teli ortogonali alle pendenze e sovrapposti in modo tale che non siano consentite infiltrazioni. Si adopererà eventualmente come strato superiore una guaina ardesiata con funzione protettiva.

Dovranno essere eseguiti opportunamente a fiamma i risvolti sulle pareti verticali a protezione delle acque meteoriche per almeno 20 cm di altezza; passando il rullo dopo la posa dei teli, si provvederà a eliminare eventuali bolle d'aria. In alternativa alle guaine sintetiche si potranno usare semplicemente teli di cartonfeltro bitumato disposti a più strati a caldo mediante interposizione di bitume sciolto (impermeabilizzazione a caldo) oppure prodotti liquidi a base di resine sintetiche elastomeriche, preferibilmente a due componenti,

messe in opera a pennello o a rullo a due strati dati a distanza di 2-3 ore; dovranno in ogni caso essere seguite scrupolosamente le indicazioni contenute nelle schede tecniche.

La protezione del manto impermeabile, laddove si tratti di terrazze chiuse da muri perimetrali e le condizioni statiche lo consentano, potrà avvenire anche mediante posa di uno strato di ghiaietto lavato e privo di residui, arrotondato per evitare danneggiamenti in caso di passaggi per manutenzioni, per uno spessore di almeno 5-6 cm. In alternativa si potrà adoperare una vernice metallizzante a base di alluminio, data a due mani a distanza di 24 ore, su supporto pulito e asciutto oppure qualche altro tipo di vernice in commercio.

Impermeabilizzazioni di coperture a terrazza pavimentate

Le terrazze pavimentate dovranno essere riportate a nudo, rimuovendo battiscopa e pavimento, accatastando eventualmente il materiale recuperabile e riutilizzabile in cantiere.

Si dovrà prestare massima cura anche nella rimozione della malta di allettamento e dovrà verificarsi la consistenza del sottostante massetto di pendenza il quale, se deteriorato, dovrà essere sostituito o ripristinato. Tutte le parti decoese e sgretolate dovranno perciò essere rimosse e la superficie, dopo accurata pulizia e eventuale lavaggio, dovrà essere ripristinata con malta idraulica confezionata secondo le prescrizioni della direzione Lavori.

La malta dovrà essere ben stesa con regolo, livellata e riportata perfettamente liscia assicurando le adeguate pendenze verso i fori di raccolta. Il sottofondo dovrà asciugare e stagionare per almeno tre giorni, durante i quali si dovrà tenere umida la superficie per impedire la formazione di cavillature: queste, nel caso si dovessero formare, dovranno essere sigillate con boiacca di calce idraulica.

Nella linea di contatto tra superfici di pavimento e parete verticale, sarà opportuno mettere in opera nastri di fibre elastomeriche o in poliestere. Sulla superficie così preparata verrà messo in opera il materiale impermeabilizzante prescritto oppure, a distanza di 24 ore l'una dall'altra, in alternativa verranno stese a pennello due mani di prodotto impermeabile liquido di tipo elastomerico bituminoso, procedendo con andamento reciprocamente ortogonale e avendo cura di trattare anche i nastri posati nelle linee di raccordo. L'impermeabilizzazione così ottenuta dovrà essere protetta dalla malta di allettamento del pavimento mediante posa di tessuto non tessuto in poliestere non putrescibile.

L'intervento si concluderà con la posa della pavimentazione recuperata o di nuova pavimentazione e con la posa del battiscopa.

Durante tutte le operazioni descritte, l'appaltatore dovrà predisporre i necessari e tempestivi interventi per evitare che precipitazioni improvvise possano disturbare o compromettere l'intervento.

Impermeabilizzazione di coperture ventilate

L'impermeabilizzazione di coperture ventilate, ossia tali da permettere la circolazione dell'aria sotto il manto, verrà realizzata contestualmente alla ventilazione.

L'impermeabilizzazione e la ventilazione contestuale saranno rese possibili mediante la posa di pannelli ondulati realizzati con fibre organiche bitumate o simili, atti a accogliere il manto di copertura.

La posa potrà aver luogo direttamente su calcestruzzo o su assito di legno e partirà dalla gronda su sponda ventilata antipassero in lamiera o polietilene, procedendo a file parallele fino al colmo in modo che l'andamento delle onde segua quello del manto di copertura.

Le sovrapposizioni saranno sia parallele (è sufficiente una sola onda) che trasversali ed eviteranno eventuali infiltrazioni di acqua. Le lastre saranno collegate tra di loro e sul supporto mediante la ferramenta fornita dalla ditta produttrice, a partire dalle istruzioni fornite e dalla opportuna valutazione della ventosità del luogo.

La ventilazione nel colmo sarà assicurata da appositi congegni reperibili in commercio, atti a tenere sollevata la tegola sommitale (una buona ventilazione è assicurata da una superficie totale di entrata e di uscita pari a almeno 1/500 della superficie totale della copertura).

In alternativa ai pannelli bituminosi ondulati è possibile realizzare sistemi simili mediante pannelli impermeabili e termoisolanti posati su listellature incrociate in legno: anche in questo caso dovranno essere rispettati tutti i protocolli previsti dalle ditte produttrici.

Manutenzione e conservazione di vecchie membrane bituminose

L'appaltatore, prima di scegliere il tipo di intervento manutentivo, dovrà individuare la causa del degrado della membrana.

Qualora si siano verificati sfaldamenti, polverizzazioni e sclerotizzazioni consistenti, si dovrà procedere con la rimozione e la posa della nuova membrana. In alternativa si potrà valutare, nei casi meno gravi, la posa sul vecchio manto della nuova membrana, previa accurata pulizia delle superfici e posa di *primer*, purché vi siano garanzie di adeguata adesione a caldo tra le due membrane.

In presenza di bolle, provocate generalmente da umidità della soletta imputabile a vari fattori, l'appaltatore effettuerà un taglio aspirando l'aria e provvederà a fiamma a incollare i due lembi.

Successivamente realizzerà un rattoppo localizzato che contenga e trasbordi l'intera bolla; eventuali rotture e lacerazioni della membrana, causate da movimenti del supporto, dovranno essere riparate mettendo in opera profili con funzioni di giunto nei punti di movimento e applicando nastri di membrana a cavallo del profilo.

In caso di dissaldamento delle sormonte, si potrà intervenire con nastri di membrane armate fissate a caldo a cavallo delle sormonte.

Termoisolamento di coperture

Le opere di termoisolamento del sottomanto serviranno a migliorare le condizioni igrometriche dei sottotetti e potranno essere realizzate privilegiando materiali che consentano la traspirazione e la ventilazione, così che l'eventuale ristagno di umidità per condensa o per infiltrazione non resti imprigionato.

Potranno essere adoperati materiali naturali o artificiali quali fibre di legno, di vetro, minerali, sughero oppure materiali sintetici quali polistirene e poliuretano, purché privi di cloro-fluoro-carburi anche nel loro processo produttivo e purché riciclabili.

Gli isolanti saranno del tipo a pannello, a sandwich o a rotoli, a seconda del tipo di intervento prescelto; in ogni caso saranno posati a secco sulla caldana o sulla struttura lignea che costituisce il tetto ventilato e fissati con opportuna ferramenta.

I giunti dovranno assicurare tenuta in caso di rottura o scivolamento degli elementi del manto.

Altri tipi di interventi di impermeabilizzazioni e di isolamento

Art. 22. - Drenaggi e vespai

Generalità

Tutti i lavori inerenti l'allontanamento delle acque e dell'umidità dovranno essere condotti dopo verifica dei dati e delle condizioni poste alla base della soluzione tecnica.

In particolare andranno verificate eventuali perdite negli impianti sia del manufatto che delle aree limitrofe, a partire dalle adduzioni fino a arrivare agli scarichi meteorici.

Indagini preventive serviranno a individuare il livello di falda e a determinare la natura del terreno, oltre che lo stato di consistenza e di conservazione delle parti interessate.

Drenaggi

I drenaggi a tergo delle parti interessate sono la soluzione più appropriata per umidità presente in fondazioni e murature contro terra, qualora siano verificate le condizioni statiche della muratura la quale, a seguito degli scavi, viene sottoposta alla privazione momentanea di carichi e quindi alla possibilità di crearsi fessurazioni.

Gli scavi saranno eseguiti per cantieri alternati a mano (o con piccolo mezzo a cucchiaio se il canale è distante dal manufatto) seguendo tutte le precauzioni previste nello specifico paragrafo riguardante gli scavi, inclusa la protezione e le sbatacchiature.

Successivamente, dopo aver effettuato lavorazioni sulla parete che potranno riguardare la pulizia in generale, la stilatura dei giunti, le sigillature di fessurazioni, verrà realizzato l'intonaco impermeabile o eseguita la posa della guaina bituminosa o ancora messo in opera asfalto fuso o cemento idrofugo o altro sistema idoneo.

Per assicurare che il riempimento non deteriori lo strato impermeabile, si potrà fare uso di fogli in polietilene bugnati sormontati tra loro, adatti allo scopo con funzione di drenaggio e idonei anche a impedire l'attecchimento delle radici alla muratura. Sullo strato impermeabile, sempre a sua protezione, potrà essere eseguito in alternativa un muretto di forati o, se necessaria, una parete di mattoni a una testa che potrà favorire la ventilazione mediante bocchette collegate all'esterno. I drenaggi saranno realizzati direttamente dall'esterno, a ridosso delle pareti interessate o prossimi a esse.

Lo scavo di drenaggio dovrà essere riempito e assestato a mano con materiali quali scheggioni e ciottoli, avendo cura di realizzare, se possibile, un canale nel fondo della trincea che possa allontanare le acque o facendo uso di tubi drenati (diametro 200-400 mm) collegati a pozzetti di intercettazione. La posa di lastroni in orizzontale su piedritti potrà agevolare il drenaggio.

La granulometria del materiale drenante sarà variabile: sul fondo si poseranno scheggiosi, man mano che si proseguirà verso l'alto si farà uso di granulometrie più piccole così da evitare alla terra di chiusura di penetrare e ostruire i cavi drenanti. Tra i vari strati del drenaggio potrà essere messo in opera uno strato di tessuto-non tessuto.

Se lo scavo raggiungerà la fondazione o la oltrepasserà, si dovrà fare in modo che l'intervento non la scalzi, pertanto sarà opportuno allontanarsi e realizzare il drenaggio a almeno 2,00 m di distanza dalla stessa fondazione; ovviamente le operazioni potranno aver luogo qualora siano state verificate le condizioni di stabilità del manufatto.

Sul drenaggio, dopo aver effettuato le opportune operazioni di costipazione, verrà realizzato un marciapiede protettivo, il quale lascerà scivolare le acque meteoriche.

All'interno degli ambienti sarà opportuno realizzare una nuova pavimentazione su vespaio aerato.

Nel caso sia costantemente presente acqua di falda, l'intervento dovrà essere più risolutivo e dovrà comprendere la realizzazione di pozzi drenanti e assorbenti in grado di tenere costantemente bassa la falda. Tali pozzi potranno essere realizzati anche in pietrame o in mattoni pieni, lasciando ampi alveoli liberi su uno strato assorbente, e dovranno permettere l'allontanamento dell'acqua raccolta; dovrà inoltre essere consentita l'ispezione periodica mediante chiusino cementizio: questo intervento servirà a verificare le condizioni di stabilità a seguito dell'abbassamento della falda.

Vespai

La realizzazione di vespai in pietrame sarà utile nel caso in cui si renderà possibile la rimozione della pavimentazione esistente e l'esecuzione di uno scavo di 40-90 cm di profondità, a seconda se si sceglierà un vespaio con riempimento in scheggioni o un vespaio a camera d'aria.

Dopo le rimozioni e gli scavi si realizzerà un letto di ghiaia.

Il vespaio a riempimento verrà realizzato intercalando cunicoli di aerazione paralleli e comunicanti tra loro, preferibilmente in direzione nord-sud. Un cunicolo dovrà essere realizzato lungo tutto il perimetro del muro in maniera da assicurare localmente il contatto con l'aria; potrà essere previsto un interasse tra le cavità di 1,00-1,50 m e una sezione di 15-20 cm di diametro.

Tutti i cunicoli dovranno essere collegati tra di loro e sfociare all'esterno a una quota più alta, in modo da assicurare la ventilazione mediante fori nelle murature di 10-15 cm di diametro, direttamente esposti all'esterno o in chiusini ventilati. Le bocchette saranno opportunamente schermate per impedire l'intrusione di animali e di loro nidificazioni. Lo spazio tra i canali dovrà essere riempito con materiali drenante, quali ad esempio scheggioni posati a mano.

Se necessario, si potranno realizzare piccoli agglomerati monolitici trasversali ai canali atti a conservare la loro forma; all'interno di questa sorta di graticcio verrà assestato il materiale di riempimento, che finirà superiormente con ghiaia più fine. Su tale vespaio, una volta eseguito il massetto, sarà opportuno impermeabilizzare la superficie. Nel caso di vespaio aerato, sotto i muricci sarà realizzato uno strato di ghiaia e quindi di magrone sul quale stendere guaina impermeabilizzante.

I muricci potranno essere realizzati in mattoni forati atti a smorzare l'umidità o in mattoni a una testa, entrambi a interasse 80-100 cm e dotati di fori trasversali di aerazione che consentano la comunicazione dell'aria tra gli stessi muricci.

L'orizzontamento sarà eseguito con tavelle, tavelloni, travetti prefabbricati, lastre ondulate portanti o elementi plastici prefabbricati a perdere poggianti sui muricci sui quali, all'occorrenza, potrà essere predisposto materiale impermeabile e coibente.

Su tali superfici si eseguirà il getto di calcestruzzo con eventuale rete elettrosaldata.

Nel caso vengano utilizzati i casseri a perdere, sarà opportuno per il loro montaggio seguire tutte le istruzioni contenute nelle specifiche schede tecniche.

I vani vuoti saranno messi in comunicazione tra di loro in modo da creare una rete di ventilazione collegata all'esterno, secondo lo schema descritto in precedenza.

Quando si renda difficile la rimozione del pavimento e l'esecuzione di scavi, le lastre ondulate potranno essere appoggiate direttamente a pavimento, in modo da creare una ventilazione sottostante e quindi proseguire con il massetto e la nuova pavimentazione.

Intercapedini interne ed esterne

Le intercapedini interne su pareti verticali nei piani cantinati saranno eseguite, solo dopo aver eliminato l'intonaco sulla parete esistente e aver ripulito opportunamente la sua superficie, con i materiali prescritti nel progetto o in fase di direzione lavori.

L'appaltatore avrà cura di mettere in collegamento i cunicoli del vespaio orizzontale con l'intercapedine verticale e di eseguire al piede della parete interna altri fori di aerazione, atti a favorire la ventilazione e quindi a ridurre l'umidità presente.

La parete che crea l'intercapedine sarà isolata e impermeabilizzata a livello inferiore e, in alto, per quanto possibile, sarà assicurato il collegamento con l'esterno mediante fori e condotti dotati di opportuni cappellotti che eviteranno immissione di acqua piovana.

Seguendo le prescrizioni del progetto, potranno essere necessarie all'interno lamine con funzione di barriera al vapore oppure, nello spazio vuoto di intercapedine, si potranno mettere in opera materiali isolanti.

Per intercapedini da realizzare all'esterno di muri, oltre a quanto illustrato per quel che attiene ai drenaggi, possono essere realizzate piccole intercapedini o intercapedini ispezionabili a tutt'altezza: esse dovranno possedere un'altezza tale da poter contenere l'altezza dell'umidità.

Le intercapedini potranno essere realizzate in cemento armato o in muratura portante, atta a contenere la spinta del terreno di riporto precedentemente scavato; saranno preferibilmente autoportanti, in modo da consentire la realizzazione di un tavellonato orizzontale di chiusura o comunque di un solaio sovrastante dotato all'esterno di griglie di aerazione.

In caso siano presenti vespai all'interno degli ambienti protetti da intercapedine, è opportuno che questi siano messi in collegamento con l'intercapedine stessa per migliorare gli effetti di ventilazione. Per quanto attiene alle opere di impermeabilizzazione e di deumidificazione, si rinvia ai paragrafi specifici.

Art. 23. Deumidificazioni e bonifiche

Generalità

Prima di dar vita a qualsiasi tipo di intervento che riguardi l'eliminazione delle umidità, l'appaltatore dovrà verificare con la direzione lavori le cause effettive che le hanno generate effettuando una serie di saggi e di indagini atte allo scopo.

Tali indagini saranno eseguite sia sulle parti del manufatto interessate (per conoscere meglio lo stato di conservazione e individuare il tipo di intervento) che sugli ambienti al contorno e a contatto con esse (quali per esempio il livello di falda, eventuali dispersioni dagli impianti, drenaggi mal eseguiti, ecc.).

Una volta definita e confermata la presenza di umidità, essa andrà rimossa con opere adeguate selezionando innanzitutto gli interventi che siano il meno invasivi possibile.

I primi interventi da valutare saranno: realizzazioni di intercapedini e di vespai, sistemi di raccolta e di deflusso, semplici opere di ventilazione degli ambienti o impianti di deumidificazione e opere idrofobizzanti. Qualora dovessero rivelarsi insufficienti a rimuovere le cause che hanno generato il fenomeno si opterà per interventi meccanici (taglio dei muri) o per interventi aeranti (malte traspiranti) o per interventi elettrofisici (conduzione elettrica) o infine per interventi chimici (occlusione dei capillari); in taluni casi potrà essere utile intervenire con operazioni combinate.

In ogni caso l'appaltatore definirà con la direzione lavori il tipo di procedura, di materiale e di prodotto da adoperare affinché questi siano compatibili con eventuali affreschi e apparati decorativi presenti.

L'appaltatore dovrà preventivamente preparare le parti interessate con tutte le operazioni necessarie a eseguire correttamente le lavorazioni. Se necessario, dovrà effettuare a sue spese le misurazioni della percentuale di umidità presente, sia prima dell'intervento che dopo l'intervento.

Deumidificazione mediante taglio delle murature

La deumidificazione mediante taglio delle murature richiede una capacità esecutiva estremamente specializzata, pertanto l'appaltatore dovrà fare riferimento a personale altamente specializzato.

Questo intervento prevede il taglio della muratura e l'inserimento di una barriera che impedisca la risalita dell'umidità per capillarità, specie se generata da acqua di falda o da terreno costantemente umido.

Sarà scelto e eseguito questo tipo di intervento solo nel caso in cui le murature da risanare siano di pietra e di mattoni a filari pressoché regolari o completamente regolari e non siano di muratura incoerente, a sacco o a secco, che godano di un buono stato di conservazione, siano prive di dissesti e si presentino eseguite con regolarità dei filari e dei giunti di malta: pertanto quest'intervento sarà escluso per le murature in cemento armato e per quanto possibile anche per le murature storiche.

Nelle zone sismiche dovrà essere valutata con estrema attenzione la possibilità di mettere in atto questa tipologia di intervento in relazione alle possibilità di scorrimento che si potranno generare tra le parti sottoposte al taglio: pertanto dovranno essere effettuate le eventuali verifiche sismiche e rispettate tutte le norme previste; sarà chiaramente verificato che nelle zone di taglio non siano presenti tubi o impianti.

Dopo aver rimosso l'intonaco superficiale, sottostante la linea di taglio e sovrastante tale linea per almeno 10 cm, l'appaltatore, indipendentemente dal sistema adoperato, sia esso a sega che a carotatrice, effettuerà il taglio della muratura in corrispondenza del giunto orizzontale, procedendo per cantieri e sottocantieri alternati, concordando con la direzione lavori l'inclinazione e l'ampiezza di taglio (lunghezza generalmente da 20 cm a 200 cm e spessore da 10 mm a 15 mm).

L'intonaco potrà non essere rimosso e lasciato in opera nel caso in cui la parete si dovesse presentare molto umida, in modo da lasciare che esso assorba i sali solubili che risaliranno e evaporeranno dopo l'esecuzione dell'intervento.

L'appaltatore adopererà la sega a puleggia in caso di muratura regolare, la sega a filo se in caso di spessori notevoli oppure procederà con macchina carotatrice a sola rotazione eseguendo una prima serie di fori contigui (diametro dei fori di 30-35 mm a interasse definito dalla direzione lavori) e una seconda serie di fori

sfalsati necessari all'eliminazione del diaframma residuo tra i fori della prima serie: in ogni caso i tagli dovranno interessare l'intero spessore della muratura.

Egli avrà cura di inserire provvisoriamente cunei e distanziatori atti a sopportare il carico e a rendere continua la muratura interessata; eseguiti i tagli, essi dovranno essere accuratamente puliti con spazzole e scope e, se necessario, anche con aria compressa e successivamente riempiti con il materiale prescelto per la barriera (fogli di polietilene, fogli di vetroresina, lamine in acciaio inox, resine poliesteri liquide, resine epossidiche, malte pronte adatte allo scopo, profili nervati in PVC, tutti sovrapposti di almeno 5 cm e sporgenti di 1-2 cm).

Una volta inserita la barriera, si procederà con l'iniezione mediante tubicini (o mediante diverso sistema, secondo le indicazioni tecniche del prodotto usato) delle malte leganti, fino a saturazione.

Tali malte potranno essere a base di resine epossidiche o poliesteri, additivate con inerti a grana media e grossa quali polvere di marmo o polvere di quarzo, malte di calce idraulica naturale additivata con pozzolana.

In attesa della eventuale presa, potranno essere inseriti cunei di ancoraggio in resina autoindurente atti a mantenere la continuità statica muraria fino alla presa del materiale.

L'intonaco potrà essere eseguito solo dopo che l'umidità sarà scomparsa, attendendo il tempo necessario all'evaporazione (ciò avviene generalmente in un arco di tempo proporzionato all'entità del problema).

Si procederà prima all'esecuzione dell'intonaco posto sopra il taglio e poi a quella dell'intonaco posto sotto il taglio, avendo cura di rifilare la sporgenza del foglio barriera: in qualunque caso la superficie andrà preventivamente lavata e ripulita con cura da ogni residuo di lavorazione e da eventuali efflorescenze, croste nere e sali prodotti dall'evaporazione.

Deumidificazione mediante malte traspiranti macroporose

Gli intonaci macroporosi sono costituiti generalmente da malte di sabbia e calce idraulica naturale o cemento con aggiunta di materiali pirogeni effettuate mediante macchina soffiatrice e capaci di aumentare le cavità di aria, quali silicati idrati di alluminio espanso, perlite, ecc.

È bene tuttavia tenere presente che essi sono in grado di aumentare la velocità di evaporazione dell'acqua perché posseggono macropori e quindi una maggiore porzione di superficie esposta all'evaporazione e che pur essendo in grado di immagazzinare i sali cristallizzati non risolvono comunque le cause principali che generano l'umidità.

L'appaltatore spiccherà l'intonaco danneggiato fino alla linea di umidità, sovrastandola di 20-30 cm, avendo cura di rimuovere ogni residuo metallico o ligneo che dovesse essere presente nella muratura e di raschiare fino a 2-3 cm di profondità i giunti tra gli elementi costituenti la muratura, eliminando così ogni fattore residuo di sporco o di muffa. La superficie dovrà essere accuratamente lavata con macchina deionizzante o con idropulitrice, procedendo anche alla spazzolatura della superficie per eliminare le concentrazioni saline; in caso di lacune nella muratura, queste dovranno essere rincocciate in modo da ricostruire una superficie continua. Infine si realizzeranno i giunti precedentemente rimossi mediante malta di calce idraulica caricata con cocchiopesto o pozzolana.

Se il grado di umidità è elevato, potrebbe essere necessario, dopo l'asciugatura della muratura, mettere in opera un *primer* traspirante inibitore di salinità, posato a pennello o a spruzzo, avendo cura di non eseguire i lavori esponendoli al sole, alla pioggia o al vento.

La posa del *primer* sarà data anche a più mani, procedendo dall'alto verso il basso e rimuovendo i residui di saturazione; successivamente, a muratura pulita e lavata, si procederà alla posa del rinzafo.

Si potrà adoperare malta già premiscelata o realizzata con calce idraulica naturale caricata con cocchiopesto o pozzolana, entrambi vagliati sottili e di prima qualità, ai quali aggiungere sabbia silicea e carbonatica.

Il rinzafo sarà eseguito mediante cazzuola, predisponendo così una superficie ruvida sulla quale mettere in opera l'intonaco macroporoso.

Se necessario, anche nel rinzafo potrà essere additivato un primo sistema di macroporosità.

Dopo 24-48 ore l'appaltatore, verificato che lo strato di rinzafo sia in fase di presa, dopo aver bagnato il supporto, provvederà a mettere in opera a cazzuola lo strato di malta macroporosa, già premiscelata o preparato in opera, evitando ogni sistema che metta in pressione l'intonaco stesso e ne riduca la porosità. Saranno perciò adatte alla messa in opera solo la staggia e la cazzuola americana e da escludere quelle lavorazioni lisce che richiedano pressione.

La composizione di tale intonaco sarà simile a quella del rinzafo, con l'aggiunta di sostanze porogene in quantità superiori, secondo prescrizione della direzione lavori.

A seconda dello spessore, la posa richiederà una o più mani, attendendo tra una e l'altra sempre almeno 24 ore.

Nel caso tale intervento sia localizzato, per evitare segni di distacco nei punti di contatto sarà necessario intervenire con bende o reti porta intonaco. Dopo il trascorrere di almeno 20 giorni sarà possibile rasare la superficie, colorata eventualmente anche in pasta, purché garantisca la permeabilità al vapore acqueo.

La tinteggiatura più adatta sarà a base di calce o ai silicati.

Questo tipo di intervento sarà più efficace se associato alla soluzione o alla riduzione della fonte di umidità e a una corretta ventilazione dei locali interni.

Se le superfici coperte con tali malte sono esposte all'aria, dovranno essere trattate con prodotti impermeabilizzanti traspiranti.

Deumidificazione mediante interventi elettrofisici (elettro-osmosi)

La deumidificazione mediante interventi elettrofisici prevede l'inversione del processo osmotico che, considerato il terreno polo positivo e la parete umida polo negativo, consente all'umidità di passare dal terreno al muro: invertendo le polarità dei due poli l'umidità dal muro tornerà al terreno, tranne quella presente sulla superficie della parete stessa che comunque tenderà a evaporare.

Tale intervento è consigliato in presenza di forte umidità e di murature molto porose, poiché risulterà meno efficace per quelle molto compatte.

Dopo aver eseguito una traccia alta 3-30 cm nell'intonaco oppure nei giunti della muratura, posizionando tale traccia alla massima altezza di umidità visibile evitando di lasciare al di sopra di essa superfici umide che ristagnerebbero, al suo interno verranno fissati i conduttori elettrici che fungeranno da polo positivo (anodi) collegati tra loro da un filo di rame di circa 5 mm di spessore posizionato in superficie o incassato in un circuito chiuso (se necessario si realizzeranno due circuiti in parallelo): i conduttori positivi potranno essere realizzati anche in poliuretano-carbonio armati con lega di acciaio-tungsteno.

Successivamente si procederà al ripristino dell'intonaco scegliendo quello macroporoso.

Le puntazze, preferibilmente di carbonio con anima conduttrice, collegate secondo un circuito chiuso, fungeranno da catodi, i quali saranno inseriti nel terreno fino a una quota inferiore al piano delle fondazioni, a una distanza conseguente alla conducibilità elettrica del terreno.

Un alimentatore elettrico di 2,8 Volt, invertendo il processo osmotico, farà transitare l'acqua dalla muratura al terreno.

Una centralina elettronica collegherà il sistema alla rete a 220 Volt e, fungendo anche da trasformatore, fornirà corrente continua a bassa tensione in modo da non danneggiare i conduttori.

Potranno verificarsi nel tempo affioramenti di sali, i quali dovranno essere rimossi con i sistemi e i metodi descritti nel paragrafo specifico.

Deumidificazione mediante interventi chimici (barriera con iniezioni idrofobizzanti)

L'opera di deumidificazione da realizzare con interventi chimici prevede l'inserimento, mediante iniezioni a bassa pressione, di una barriera all'acqua di tipo non meccanico ma chimico, tramite prodotti che impregnino la muratura e impediscano all'umidità di risalire.

Questo tipo di intervento non può essere realizzato su murature a secco, mentre è praticabile su qualunque altro tipo di muratura, dopo che ne siano state verificate la composizione e la compatibilità con l'impregnante chimico adoperato, oltre che lo spessore; eventuali variazioni verranno annotate.

Se l'intonaco presente si trova in buono stato, verrà lasciato in opera, in caso contrario dovrà essere rimosso e ripristinato in maniera provvisoria prima dell'intervento, così da poter svolgere funzione contenitiva. L'appaltatore, esaminate le condizioni del muro, che dovranno essere buone tanto da renderlo in grado di sostenere l'intervento, e verificato non siano presenti tubi o impianti, seguendo il progetto dovrà tracciare sul muro lo schema distributivo degli iniettori o dei trasfusori alla quota prevista.

Se la muratura dovesse presentare dissesti, questi dovranno essere preventivamente ripristinati, in modo da non rendere inefficace l'intervento a causa dell'eventuale dispersione del prodotto.

L'appaltatore eseguirà perforazioni del diametro di 27 mm circa a una distanza reciproca di circa 15 cm e a una quota di 15-20 cm rispetto al piano più alto misurato tra interno e esterno, salvo diversa prescrizione: in

tal modo esse potranno essere realizzate seguendo un piano orizzontale o inclinato, mentre per muri di terrapieno potranno essere anche verticali.

Le perforazioni saranno perpendicolari al muro nel caso in cui sia prevista l'iniezione a pressione o leggermente inclinate nel caso in cui sia prevista l'iniezione a percolazione; potranno, inoltre, essere eseguite su un solo lato del muro oppure su tutti e due i lati, a seconda se entrambe le facce siano libere e a seconda degli spessori del muro stesso: in ogni caso si eviterà di oltrepassare la sezione così da impedire al prodotto di trapassare il muro; le perforazioni potranno essere eseguite sia sul materiale che sui giunti, seguendo le disposizioni della direzione lavori che valuterà caso per caso il potere di assorbimento del materiale e dei giunti. In caso di più file di fori, questi saranno realizzati seguendo lo schema a quinconce.

Puliti i fori con aria compressa o con scovolini, con cemento o calce idraulica a pronta presa dovranno essere inseriti e fissati gli ugelli trasfusori.

L'appaltatore farà uso di prodotti idrofobizzanti (generalmente formulato siliconico, in ogni caso dovranno rispettare i requisiti NorMaL 20/85) con caratteristiche analoghe a quelle previste nel paragrafo specifico e seguirà scrupolosamente le modalità esecutive previste nelle schede del prodotto stesso.

In caso di lenta diffusione, farà uso di bicchieri graduati per il controllo delle quantità da lasciare percolare; in caso di iniezione a pressione, regolerà il compressore alle basse atmosfere, iniettando a intervalli in modo da consentirne l'assorbimento.

I residui di lavorazione andranno immediatamente rimossi.

Le iniezioni saranno praticate con cura in modo da assicurare una omogenea distribuzione del prodotto e in modo da consentire un'esatta misurazione della quantità iniettata e della pressione di esercizio adoperata.

Se necessario, si potrà procedere nello stesso foro alternando iniezione-perforazione-iniezione, in modo da assicurare la saturazione. Il raggio d'azione che ogni iniezione avrà avuto alla fine dell'intervento sarà di 30 cm.

Per consentire l'ossigenazione del prodotto iniettato, si dovrà asportare per intero l'intonaco del muro interessato dall'intervento.

In caso di intonaci storici non removibili, l'appaltatore dovrà procedere sulla sua superficie con impacchi assorbenti eseguiti con carta giapponese o polpa di cellulosa deionizzata.

I nuovi intonaci dovranno essere selezionati tra quelli macroporosi.

L'appaltatore eseguirà direttamente l'intervento o, se necessario, lo farà eseguire a personale specializzato.

Altri tipi di interventi deumidificanti

Bonifica di coperture in cemento-amianto

La bonifica di coperture o di qualunque altro elemento in cemento-amianto, qualora non sia possibile procedere alla sua rimozione e sostituzione, seguirà rigorosamente le norme di riferimento (D.M. 6 ottobre del 1994, D.M. 20 agosto del 1999 e successivi provvedimenti) e sarà eseguita da personale specializzato con tutte le cautele e le precauzioni necessarie al caso.

Potrà aver luogo mediante sopracopertura ottenuta con stesura di materiale pellicolante atto a fissare le fibre sulle quali verranno disposti listelli lignei, in modo da stendere la lamiera grecata con interposizione di strato isolante.

Il confinamento dovrà aver luogo lungo tutte le superfici, comprese le linee di gronda.

L'incapsulamento potrà essere realizzato anche tramite impermeabilizzazione delle lastre, previa pulitura mediante vernici a base di resine.

Art. 24. - Consolidamento e integrazioni di materiali

Generalità

Qualunque intervento di consolidamento e di integrazione dei materiali sarà eseguito solo dopo accurata indagine sulle caratteristiche specifiche del materiale (arenaria, tufo, calcare, ecc.), sul quadro delle patologie e del grado di degrado presenti sulle superfici, a partire dal degrado fisico e materico per arrivare a quello chimico.

Sarà necessario acquisire la conoscenza degli agenti patogeni o degli agenti strutturali dinamici responsabili del degrado prima di eseguire le integrazioni, così da procedere alla rimozione delle cause che li hanno generati: ciò sarà utile all'individuazione della tecnica di intervento più appropriata da applicare sul supporto da consolidare. Saranno utili inoltre tutte le raccomandazioni NorMaL, sia quelle relative alle indagini che quelle relative alle prove e alle valutazioni.

L'appaltatore, perciò, prima di intervenire, anche in presenza di indicazioni di progetto, dovrà appurare in cantiere che le condizioni poste alla base della soluzione siano verificate in tutto o in parte.

Eseguirà dunque campionature catalogando ogni prova e annotando il tipo di prodotto impiegato, la metodologia esecutiva applicata, la data di confezionamento e ogni informazione utile a effettuare scelte consapevoli. Dovrà inoltre verificare se le fessure o le lacune siano diffuse in modo omogeneo o a macchia di leopardo: in ogni caso prima di intervenire dovrà concordare ogni eventuale operazione con la direzione lavori.

Qualunque tipo di consolidamento e di integrazione sarà teso al miglioramento delle prestazioni meccaniche sia superficiali che endogene e non dovrà alterare le prestazioni idrometriche, le quali dovranno sempre garantire la traspirabilità del materiale: pertanto si sceglieranno quei prodotti che otterranno solo in parte i pori dei materiali e che saranno in grado di penetrare il più possibile nello spessore del materiale stesso, onde evitare che si formi una sottile cortina pellicolante più resistente e impermeabile rispetto all'interno, il quale resterebbe comunque fragile.

Questi interventi consolidativi sono pressoché irreversibili, pertanto dovranno essere selezionati con cautela e altrettanto dovrà farsi con la posa.

In conclusione, i metodi di consolidamento potranno essere o strutturali o corticali (chimici).

In relazione alle stuccature, seguendo le raccomandazioni NorMaL, per i materiali lapidei sono da escludere quelle realizzate a cemento, a causa del differente coefficiente di dilatazione termica del cemento rispetto alla pietra e in quanto veicolo di formazione di sali solubili in superficie.

Consolidamento di materiale lapideo e ligneo mediante integrazioni

Il consolidamento del materiale lapideo e ligneo di cui è costituito il manufatto sarà consigliabile quando il materiale stesso dovesse presentare fratture evidenti o perdita di funzionalità strutturale a causa del proprio degrado; in accordo con le raccomandazioni NorMaL, si intende per materiale lapideo sia la pietra naturale che la pietra ottenuta artificialmente ossia l'intonaco, il laterizio, la malta e lo stucco.

Questo tipo di intervento consisterà nel mettere in opera in affiancamento al materiale degradato altro materiale, atto a sostenere le sollecitazioni che il primo non è più in grado di contrastare.

L'intervento potrà essere eseguito qualora il degrado e le fessurazioni non siano dinamiche, nel senso che la causa che le ha originate sarà già stata eliminata o stabilizzata.

A seconda del tipo di materiale da consolidare (legno o pietra), l'appaltatore dovrà intervenire sotto stretta sorveglianza della direzione lavori, concordando le parti da predisporre per le nuove integrazioni, selezionando il tipo di giunto/incastro o di collegamento che possieda i requisiti di resistenza necessari al caso.

I lavori saranno preceduti da un'adeguata operazione di pulizia mediante utensili per l'asportazione delle patine superficiali inconsistenti e per la rimozione dei frammenti residuali e di precedenti trattamenti e stuccature; successivamente, le superfici saranno lavate con acqua deionizzata e nuovamente ripulite da ogni scoria, specie all'interno delle fessurazioni.

Per interventi di integrazione di parti consistenti di materiale, in particolare di pietra naturale, si potranno usare perni in acciaio inox e barre in titanio o in vetroresina, inserite in appositi fori (ottenuti con trapani a sola rotazione) ripuliti di ogni residuo e si potrà fare uso di adeguati adesivi quali malta idraulica oppure prodotti epossidici a due componenti.

Le integrazioni lignee potranno essere ancorate con perni lignei lavorati, così da ottenere il giusto incastro. Nel caso in cui si operi su materiali che compongono murature o strutture soggette a umidità e fenomeni di efflorescenze, dovranno dapprima essere risolti questi problemi.

I materiali da integrare, specie se in vista, saranno della stessa tipologia fisica, chimica e estetica del materiale in opera, definendo fin dall'inizio il tipo di effetto visivo da raggiungere.

I giunti dovranno essere ben solidarizzati con opportuni sistemi, inclusi collanti idonei al caso.

Consolidamento corticale di materiale lapideo, di laterizio e di malte mediante sostanze chimiche

Il consolidamento corticale di materiale lapideo, di laterizio e di malte mediante sostanze chimiche è preferibile quando si è in presenza di materiali porosi (pietra, mattoni, malte) che consentono il passaggio del consolidante per capillarità e successivamente per diffusione; il consolidamento può interessare l'intera o parti specifiche di essa.

Questo intervento serve a rendere coeso lo strato superficiale con quello sottostante: mediante l'applicazione di sostanze chimiche che penetreranno in profondità, il materiale migliorerà le proprie prestazioni fisiche.

I prodotti consolidanti saranno scelti sulla base dei materiali da consolidare, pertanto potranno essere impiegati: latte di calce, silicati o comunque prodotti in grado di penetrare nel materiale e migliorarne le caratteristiche.

I materiali chimici per il consolidamento potranno essere organici o inorganici e non dovranno polimerizzare in fretta così da consentire, oltre che il transito per capillarità, anche la successiva diffusione.

Tra i materiali organici si possono segnalare le resine acriliche, quelle poliuretaniche e l'etere etilico opportunamente trattato; questi polimeri invecchiano facilmente e si degradano in presenza di particolari agenti atmosferici, mutando colore e divenendo rigidi.

Tra i materiali inorganici invece possono essere impiegati, per le malte e le pietre calcaree, il latte di calce e, per murature e pietre in generale, prodotti a base di silicati.

Saranno eseguite campionature che verranno etichettate e catalogate e si attenderà il risultato finale per poter effettuare la scelta più appropriata.

Le superfici dovranno essere accuratamente ripulite, sgrassate e private delle parti decorse oppure, se necessario, preconsolidate per evitare che l'applicazione a pennello del prodotto possa provocare la rimozione di ulteriori frammenti. L'applicazione può avvenire sia in opera oppure, per parti amovibili, in laboratorio per immersione in contenitori a tenuta e sotto vuoto.

In cantiere, le parti che non dovranno essere trattate verranno accuratamente protette.

Si procederà perciò al confino delle parti da consolidare, in modo da poter intervenire adottando la modalità più efficace a far permeare il prodotto consolidante, limitando al minimo la dispersione del prodotto stesso.

Si potranno eseguire interventi a pennello, a tampone o a rullo quando lo stato di degrado non sia tale da progredire a causa del passaggio di tali attrezzi.

Si potranno impacchettare per intero le superfici da trattare o piccole zone (tasche) di esse, facendo uso di materiale impermeabile in modo da creare il sottovuoto e procedere all'immissione del prodotto attraverso forature, sia agendo per gravità che con modestissima pressione.

Si potrà in alternativa ricoprire la superficie con impacchi di pasta di cellulosa oppure ovatta e procedere all'imbibizione della pasta.

A seconda del prodotto scelto e della tipologia di degrado operante sul materiale, alcuni interventi potranno essere realizzati più semplicemente con macchine a pressione in grado di nebulizzare la sostanza consolidante così da farla penetrare a fondo.

Se necessario e utile al recupero del prodotto in eccesso, sotto la zona di intervento verrà realizzato un canale di raccolta del prodotto.

Consolidamento in superficie di materiale ligneo

Le fenditure del materiale ligneo, sia esso strutturale che non strutturale, saranno lasciate a vista se richiesto dalla direzione lavori o dagli organismi preposti alla tutela del bene.

Nei casi in cui tali fenditure debbano essere sigillate in quanto incentivanti lo stato di degrado, anche a livello strutturale, si dovrà intervenire mediante applicazione di resine sigillanti additivate con polvere lignea e segatura di varia granulometria, le quali conferiscano alla resina stessa un colore del tutto simile al legname da lasciare a vista.

Nel caso si nutrano dubbi sulla resistenza localizzata, prima della posa della resina sigillante si metteranno in opera barrette di armatura in vetroresina.

Tutte le operazioni dovranno avvenire previa pulizia e eventuale trattamento fungicida e antiparassitario delle superfici, in ambiente privo di umidità e non esposto ai raggi solari, a temperature non basse, seguendo rigorosamente le prescrizioni del prodotto utilizzato.

Altri tipi di interventi di consolidamento di materiali

Art. 25. Cornici e aggetti

Cornici e aggetti realizzati su manufatti in muratura

Se previsto in progetto e disposto dalla direzione lavori, l'appaltatore eseguirà cornici, aggetti, marcapiani, lesene, bassifondi e ogni altra decorazione richiesta mediante intonacatura o mediante altra tecnica disposta seguendo scrupolosamente le indicazioni che gli saranno state date.

Nel caso in cui tali aggetti siano di modesta entità, eseguirà un reticolo costituito da chiodi, perni e filo metallico, tutto zincato o inox, che servirà da supporto alla malta da modellare.

Nel caso in cui gli aggetti siano consistenti, eseguirà le sporgenze mediante mattoni con profilo a gradoni, adattandole il più possibile alla forma finale.

Su tali sistemi di supporto, verrà gettata con vigore mediante cazzuola la malta da rinzafo, che costituirà la base di lavoro: la malta sarà preparata con calce idraulica naturale e inerti quali pozzolana e sabbia e, se necessario, anche cocciopesto. I dosaggi e la granulometria degli inerti seguiranno le disposizioni della direzione lavori e generalmente diminuiranno sugli strati superficiali.

A presa avvenuta, ma su superfici non completamente asciutte, su tale malta verrà nuovamente steso un secondo strato di malta più fina (abbozzo), che comincerà ad assumere la forma finale.

Sarà necessario realizzare in negativo le modine o le sagome del profilo richiesto, preferibilmente in metallo, cosicché perderanno difficilmente la forma.

Verranno messe in opera due guide metalliche o di legno duro, sulle quali la sagoma verrà fatta scorrere ortogonalmente alla cornice in modo da modellare il profilo.

Infine, verrà messa in opera la malta finale con funzione di stucco che sarà lavorata in modo da avere una finitura liscia e ben profilata.

Per cornici o modanature con base strutturale in mattoni, la modellazione potrà essere realizzata anche manualmente con i soli strumenti da muratore, purché il risultato sia del tutto simile a quello richiesto.

La finitura superficiale sarà eseguita secondo le prescrizioni di cantiere.

Potranno rendersi necessarie spugnature per l'eliminazione delle scorie di lavorazione o picchiettature con spazzole di saggina per ottenere l'irruvidimento della superficie.

Cornici e aggetti a base di cemento realizzati in cassaforma

Le cornici, i davanzali, i timpani di aperture, le mensole sottogronda (e quant'altro possa essere stato disposto in base cementizia) da eseguirsi in opera e poi collocate in situ, saranno realizzati con malta di cemento dosata a 400 kg.

Verranno eseguite tutte le armature richieste, inclusi i sistemi di staffe, all'interno delle casseformi predisposte con la sagoma finale e verrà quindi gettata la malta, facendo attenzione a non generare bolle e vuoti dannosi.

Verranno eseguite tutte le operazioni necessarie affinché la malta si disponga correttamente e uniformemente, inglobando interamente l'armatura.

A presa avvenuta, gli elementi decorativi saranno tolti dalle casseformi e messi in opera, procedendo a eventuale rasatura superficiale per eliminare imperfezioni e per ottenere il tipo di finitura desiderata.

Le lavorazioni saranno completate con eventuali raccordi da eseguire in opera tra gli elementi e le murature di supporto e tra gli stessi elementi contigui.

Altri tipi di interventi tradizionali

Art. 26. Integrazioni di stucchi e modanature in pietra artificiale

Generalità

L'intervento avrà come finalità il consolidamento o la ricostruzione di modanature quali cornicioni di gronda, cornici marcapiano, profili di archi e riquadrature aggettanti in generale, paraste, bugne, ecc, realizzate mediante pietra artificiale ossia mediante malta di calce e/o di cemento.

L'appaltatore dovrà rimuovere tutte le parti decoese e pericolanti e aspirare le polveri residuali.

L'operazione di pulizia interesserà anche tutte le eventuali pellicole di tinte, trattamenti o rasature inopportune, patine degradanti e quant'altro non debba essere conservato.

Verrà successivamente individuato il bordo della lacuna e verranno quindi predisposte le superfici per l'integrazione, rese sufficientemente scabre in modo da migliorarne l'ancoraggio.

Nel caso in cui le modanature presentino già un'armatura metallica interna, questa dovrà essere liberata, possibilmente anche a tergo, così da fare affluire la nuova malta e accuratamente ripulita, fino a giungere alla superficie bianca e trattata con boiacca passivante anticarbonatante.

Se, invece, si renderà necessaria la posa di armatura al fine di migliorarne la modellazione e la tenuta dello stucco, si procederà con l'inserimento di semplici chiodi in acciaio inox a testa larga oppure con barrette filettate, sempre inossidabili, seguendo un'adeguata disposizione (generalmente sarà a quinconce).

Le estremità di tali ferri o chiodi saranno collegate con fili di ferro zincato o con fili di ottone, in modo da costruire un vero e proprio reticolo di sostegno.

Nei casi in cui gli spessori delle modanature siano maggiori, le barre potranno essere piegate all'estremità libera a forma di uncino così da migliorare la tenuta della malta; per spessori notevoli, l'appaltatore procederà per strati successivi ossia effettuerà gli interventi come illustrato in precedenza e, a presa avvenuta, eseguirà un successivo intervento, fino a giungere agli spessori richiesti.

In alcuni casi, il primo strato potrà essere costituito da tavelline in laterizio oppure da tavole di legno ben stagionato con funzione di centinatura. La malta sarà predisposta secondo la composizione già usata per le parti da reintegrare: per questa ragione, l'appaltatore dovrà eseguire tutte le indagini e gli accertamenti necessari a individuare correttamente la composizione.

Per cornici e modanature esterne la composizione potrà essere a base di calce idraulica naturale o di grassello di calce (complessivamente 4 parti), mentre per gli interni si potrà fare anche uso di gesso, adoperando le armature adeguate (frequentemente nella tradizione locale l'armatura è costituita da legno o cannuccia).

Gli inerti per la carica della malta saranno prevalentemente sabbia lavata e vagliata, ma potranno usarsi anche pozzolana, cocciopesto o polvere di materiale lapideo, a seconda delle necessità o del tipo di esito finale che si dovrà raggiungere (complessivamente 10 parti).

Per migliorare o modulare gli effetti cromatici finali, si potranno aggiungere pigmenti minerali, specie negli strati finali.

Si procederà con la posa della malta per strati successivi, attendendo che quella precedente, se di supporto, abbia fatto presa.

Per grossi spessori, la composizione della malta potrà variare e saranno preferibili inerti a maggiore granulometria per gli strati più profondi.

Integrazioni di cornici

L'appaltatore dovrà predisporre apposite modine di alluminio o di acciaio zincato con profilo in negativo della parte da modellare per la modellazione dei profili delle modanature.

Le cornici saranno bordate inferiormente e superiormente da tavole di legno duro o da piatti di metallo, i quali avranno fungeranno da guide sulle quali il modine verrà fatto scorrere correttamente con azione vigorosa e decisa, in posizione ortogonale rispetto alla cornice, avendo cura di tenerlo sempre pulito per evitare rigature delle superfici; l'operazione dovrà essere eseguita solo quando la malta abbia già fatto presa e si presenti ancora modellabile.

Per cornici grandi si potrà operare anche per strati successivi, realizzando doppio modine con prima sagoma solo in abbozzo; in relazione alla lunghezza, l'appaltatore procederà per tratti cosicché non si creino tratti che nell'arco della giornata possano fare presa senza che possano essere modellati.

Se le cornici o le modanature in generale hanno invece già una base strutturale in mattoni, la modellazione può essere realizzata anche manualmente con i soli strumenti da muratore, purché il risultato sia del tutto simile a quello preesistente. La finitura superficiale sarà eseguita secondo le prescrizioni di cantiere. Potranno essere necessarie spugnature per l'eliminazione delle scorie di lavorazione o picchiettature con spazzole di saggina per ottenere l'irruvidimento della superficie.

Integrazioni di bugne

L'integrazione di bugne avrà come obiettivo la ricostruzione di bugne degradate realizzate con pietra artificiale.

Dopo aver eseguito tutte le indagini, realizzato le preparazioni del supporto e quant'altro sia necessario, l'appaltatore predisporrà le sagome richieste per la modellazione, avendo cura di realizzare una sagoma per la modellazione verticale e un'altra per la modellazione orizzontale.

La malta sarà anche in questo caso preparata prevalentemente con base di calce idraulica e inerti della tipologia simile a quella del supporto esistente.

Si procederà come per le cornici, operando però nelle due direzioni singolarmente per ogni bozza.

Per spessori notevoli si costruirà l'armatura metallica procedendo per strati sovrapposti o con tavelle in laterizio con funzione di supporto per la malta, seguendo le prescrizioni già elencate nella voce sulle cornici.

La superficie finale della bugna ricostruita verrà lavorata con finitura simile alle bugne esistenti o seguendo le indicazioni disposte in cantiere.

Altri tipi di interventi tradizionali

Art. 27. Integrazioni mediante tassellature

L'integrazione mediante tassellatura, ossia mediante l'integrazione della parte mancante con una nuova che dovrà riprodurre esattamente la forma, interesserà elementi decorativi quali cornici, gradini, riquadrature o altro, realizzati con materiale a vista, specie materiale lapideo.

La cavità della lacuna dovrà dapprima essere ripulita e eventualmente preparata anche nella forma, così da assicurare una giusta continuità e un giusto incastro con l'elemento di reintegro.

Il tassello sarà realizzato nella stessa geometria della parte mancante e sarà lavorato superficialmente come il materiale preesistente oppure secondo le disposizioni della direzione lavori.

Per piccole porzioni, si potrà procedere con malta di calce idraulica oppure mediante semplice prodotto adesivo a base di resine epossidiche a due componenti; per tasselli di considerevoli dimensioni, si opererà assicurando il collegamento al supporto con eventuali incastri e calettature: se ciò non dovesse essere possibile si procederà mediante perni in acciaio zincato o inossidabile sottoforma di barre a aderenza migliorata inserite in fori ottenuti con trapano a sola rotazione e, una volta eliminate le scorie di lavorazione, inserendo resina epossidica bicomponente.

La finitura superficiale sarà una stilatura dei giunti ottenuta mediante l'impiego di malta simile a quella in opera inserita nelle commettiture tra il nuovo elemento e il vecchio elemento.

Art. 28. Fissaggio di lastre di rivestimento

Il materiale di rivestimento, prima che si intervenga su di esso, andrà opportunamente indagato oltre che nelle sue caratteristiche chimico-fisiche, anche in relazione allo stato conservativo e al sistema di fissaggio o di adesione al supporto: pertanto verrà effettuata una mappatura, la quale segnalerà la presenza o meno di grappe metalliche, di zanche o di tasselli, elementi ai quali si relazionerà il degrado di fissaggio. Qualora tali

elementi conservino la loro efficacia, si mantengano ben conservati e non siano in esubero rispetto a quelli strettamente necessari, verranno lasciati in opera; in caso contrario dovranno essere sostituiti o eliminati.

Si procederà dunque alla rimozione delle lastre per le quali è richiesto l'intervento di nuovo fissaggio, numerandole e accatastandole, in maniera che in fase di montaggio sia facile la ricostruzione del paramento di rivestimento. I nuovi perni, le nuove zanche e ogni nuovo elemento di ritegno, dovranno essere in rame, ottone o acciaio a doppia zincatura, onde evitare fenomeni di dannosa ossidazione, e saranno scelti a seconda del peso delle lastre; potranno essere a sistema fisso o regolabile, a seconda delle necessità di cantiere. Saranno eseguite le necessarie perforazioni sul supporto con strumenti a sola rotazione e le cavità verranno ripulite, tenendo conto che ogni lastra dovrà essere tenuta dal sistema autonomo di fissaggio senza gravare sulla lastra sottostante per non danneggiarla.

La sigillatura del sistema di fissaggio sarà eseguita con malta di calce idraulica naturale caricata con pozzolana o cocchiopesto, dopo che i perfori siano stati irrorati con acqua in modo da evitare brusche bruciature della malta. Se necessario, tra le lastre potrà essere interposto materiale elastico atto ad assorbire i movimenti e a creare un pur minimo supporto.

Fori e stuccature dovranno essere accuratamente sigillati così da evitare dannosi fenomeni di infiltrazione. Secondo le disposizioni della direzione lavori, a tergo delle lastre potrà essere inserita una imbottitura di malta che costituirà un supporto contro accidentali rotture del materiale.

Art. 29. Stuccatura di paramenti murari e di materiali

La risarcitura dei giunti di malta del paramento murario dovrà essere eseguita con accortezza, dopo che siano state attentamente esaminate la natura e la tipologia della malta esistente.

La nuova malta dovrà essere predisposta seguendo le disposizioni di progetto o quelle della direzione lavori. In assenza di tali indicazioni sarà impiegata quella del tipo tradizionale già in opera, sia per consistenza, che per cromia, composizione e resistenza.

Considerato che le finalità di tale intervento sono tese alla rimozione dei fenomeni di degrado e alla ricostruzione della continuità, onde evitare infiltrazioni dannose o crescita di vegetazione infestante, l'operazione di sigillatura sarà eseguita con estrema cura.

L'appaltatore interverrà in via preventiva asportando e eliminando, sia manualmente che mediante lavaggio, le parti incoerenti e inconsistenti; l'aspersione con acqua assicurerà anche che il supporto murario sia saturo e non assorba l'acqua della malta.

Se necessario, le parti sulle quali non si dovrà intervenire verranno protette.

Saranno necessarie prove campionate e annotate, eseguite con diversi inerti sia per quantità che per qualità, in modo da avvicinarsi il più possibile ai giunti originari o alla soluzione progettuale proposta.

La composizione della malta sarà disposta dalla direzione lavori e sarà comunque a base di calce idraulica o di grassello di calce; come inerti verranno impiegati sabbia di fiume, pozzolana o cocchiopesto, a seconda del caso.

Si opererà agendo a più strati e a più riprese, specie laddove i giunti da rabboccare siano profondi, mediante l'uso di cazzuoline, di spatoline o di cucchiari. Per la stilatura superficiale si preferirà il grassello di calce. Quando la malta avrà fatto presa, l'appaltatore interverrà compattando il giunto in modo che eventuali cretti vengano assorbiti.

Nel caso in cui si debba rendere scabra la superficie dei nuovi giunti, si interverrà punzonandola con spazzola di saggina.

L'uso dei ferri per sagomare il profilo del giunto sarà subordinato alle scelte di progetto e della direzione lavori; infine, un lavaggio superficiale eliminerà i residui di lavorazione e manterrà un regime umido utile ai ritiri eccessivi.

Integrazioni di materiale laterizio mediante stuccatura

Le stuccature, più o meno consistenti a seconda della gravità della perdita del materiale o di quella delle fratture, saranno utili nei casi in cui il paramento murario in laterizio dovesse presentare erosioni di elementi, microfratture e cavillature, desquamazioni o alveolature, ove non si possa sostituire con operazioni di scuci-cuci superficiale, al fine di preservare le superfici dall'avanzamento del degrado causato dagli agenti atmosferici e dall'azione del gelo.

L'appaltatore dovrà eseguire preventivamente provini di stuccature, campionandole adeguatamente, in modo da consentire la valutazione del risultato a superficie asciutta.

Eseguite tutte le operazioni preliminari di pulitura, lavaggio e preparazione del supporto, inclusa la protezione delle parti non interessate dall'intervento, l'appaltatore, sotto la sorveglianza della direzione lavori, predisporrà la malta seguendo scrupolosamente i dosaggi previsti in progetto: farà uso di 10 parti di grassello di calce spenta da almeno dodici mesi, evitando nella maniera più assoluta l'impiego di calce idrata con aggiunta di acqua.

Nella miscela, oltre l'acqua, verranno aggiunte cocchiopesto e pozzolana per un totale di 30 parti; l'emulsione potrà essere rafforzata con l'aggiunta di un fluidificante.

Le operazioni di stuccatura saranno eseguite con piccole cazzuole, con cucchiari e spatoline, avendo cura di riempire le lacune e di restituire la forma originaria al materiale.

Nel caso in cui siano presenti piccole fessure, l'appaltatore potrà operare anche con pennellature o con iniezioni di boiaccia composta con le stesse modalità della malta preesistente, riducendo però il dosaggio di inerti.

Per lacune di una certa entità e quando l'integrazione con la stuccatura raggiunga spessori consistenti con rischio di ritiro e di fessurazioni della stessa malta reintegrante, è necessario che l'appaltatore intervenga inserendo un'armatura leggera in acciaio inox oppure perni inox, entrambi di tipo austenitico ossia con buone doti di lavorabilità manuale mediante piegatura e sagomatura.

L'armatura metallica non dovrà comunque mai essere realizzata con materiale ossidabile, così da non danneggiare il laterizio; in alternativa, si potrà fare uso di barre di titanio o di vetroresina, a seconda se si abbia o meno necessità di un certo grado di resistenza meccanica. L'armatura sarà inserita in appositi fori ottenuti mediante trapano a sola rotazione, in modo che il materiale non subisca ulteriori sollecitazioni e rotture; questi fori verranno successivamente puliti, aspirati e poi lavati con acqua deionizzata per eliminare scorie e polveri. I fori armati saranno sigillati con malta di calce idraulica e pozzolana, con eventuale aggiunta di cemento bianco per aumentare le proprietà meccaniche.

Una volta che la stuccatura abbia fatto presa, l'appaltatore tratterà la superficie con spugnature sia per comprimere la stuccatura che per arrotondare gli spigoli e per eliminare eventuali risalti e residui di materiale.

L'operazione potrà essere eseguita anche al fine di rendere la superficie nuova simile a quella preesistente interponendo, se necessario, pozzolana e polvere di cotto.

Integrazioni di materiale lapideo mediante stuccatura

La stuccatura sarà utile a sigillare fratture, microfessurazioni, alveoli, lacune e giunti di contatto presenti sul materiale lapideo e fonti di ulteriore degrado e ammaloramento delle pietre.

L'appaltatore dovrà procedere innanzitutto predisponendo il supporto con un'operazione di pulizia eseguita anche mediante aria in pressione e lavaggi accurati con acqua demonizzata; individuato il tipo di pietra, dovrà essere preparata la malta sigillante che sarà prevalentemente a base di calce idraulica naturale con basso contenuto di sali, caricata con inerti che saranno di tipo pozzolanico per pietre di origine vulcanica e di tipo calcareo per pietre calcaree; in alternativa si potranno utilizzare sabbia silicea e cocchiopesto e solo in caso si renda necessario un miglioramento delle prestazioni meccaniche si farà modesto uso di cemento bianco, purché si abbia garanzia che il ritiro non infici il risultato.

L'appaltatore eseguirà prove di dosaggio dapprima a secco, in modo da valutare meglio i risultati cromatici, e poi aggiungerà la calce eseguendo campionature che verranno annotate e catalogate, evidenziando i dosaggi e le lavorazioni; ad asciugatura avvenuta si potrà procedere alla scelta della malta oppure si potranno approntare altre prove.

Potranno essere impiegate spatoline e cazzuoline, le quali faranno in modo che le lacune si riempiano con facilità, così da non danneggiare il materiale stesso.

In caso di spessori rilevanti da mettere in opera, questi saranno eseguiti a strati successivi dopo che lo strato iniziale abbia fatto presa.

Le stuccature di superfici lapidee che devono restare a vista e che richiedono una finitura del tutto identica a quella del materiale che si sta reintegrando, saranno eseguite con malta preparata con grassello di calce e polvere lapidea ottenuta per triturazione e macinatura della stessa pietra che si sta restaurando; nel caso in cui non ci sia disponibilità di tale pietra si userà materiale lapideo simile o polvere di marmo.

A presa avvenuta si effettueranno spugnature atte a rimuovere residui di lavorazione e a compattare e uniformare la superficie.

Altri tipi di interventi tradizionali

Art. 30. Disinfestazione di materiale ligneo

Disinfestazione da insetti e funghi

L'intervento di disinfestazione del legno sarà utile all'eliminazione dei parassiti presenti sul legno stesso, incluse le larve, pertanto dovrà essere condotto con cura e con attenzione, prima che siano chiuse e sigillate le parti che andranno consolidate o restaurate.

Estrema cura dovrà essere assicurata nel trattamento di giunti, appoggi e collegamenti, elementi nei quali potrebbe risultare difficile far penetrare l'agente disinfestante.

Nei limiti del possibile, le parti oggetto di intervento potranno essere smontate e rimontate, anche per singoli punti.

In relazione alle teste delle travi da disinfestare, dovranno essere create opportune aperture in corrispondenza degli appoggi, così che si possa intervenire sulle superfici; andranno altresì eliminati tutti gli agenti esterni che producono umidità e che creano un ambiente fertile soprattutto per lo sviluppo di funghi.

A seconda del tipo di parassita presente (insetti o funghi), si sceglierà il prodotto più indicato e si procederà con l'applicazione dello stesso sulle superfici in vista, comprese fenditure e fessurazioni, facendo in modo che il prodotto venga assorbito e crei uno spessore di materiale contenente il prodotto insetticida o fungicida: in questo modo il legno sarà ben protetto dai futuri attacchi parassitari.

Nel caso si tratti di insetti, il periodo più efficace alla riuscita del trattamento è la primavera oppure l'inizio dell'estate, in quanto in questa fase, dischiuse le larve, gli insetti sono prossimi alla superficie del materiale. L'efficacia del trattamento a base di soluzioni acquose dipenderà dall'umidità del legno, pertanto si prediligeranno le soluzioni oleose che, all'occorrenza, avranno anche funzione protettiva rispetto agli agenti atmosferici. In ogni caso, questi interventi non dovranno danneggiare il legno o creare danni a parti a esso contigue e tenderanno a conservare inalterata la sua resa superficiale e ad assicurare la stabilità nel tempo di tale risultato.

Art. 31. Pulitura di materiali lignei

Generalità

Per salvaguardare il materiale ligneo, prima di intervenire con operazioni di pulitura, dovranno essere identificate l'essenza legnosa e la natura dei depositi formatisi sulle superfici, in modo da selezionare il metodo più idoneo e il prodotto più adatto al caso da trattare.

Tali esami saranno inoltre utili a verificare se siano necessarie o meno operazioni preventive di preconsolidamento del materiale.

Saranno eseguite e campionate alcune prove, scegliendo adeguatamente i punti sui quali effettuarle e procedendo nelle operazioni in direzione parallela alle fibre: alla fine si verificherà se i risultati siano in sintonia con gli obiettivi di pulitura e di conservazione del materiale.

Pulitura meccanica manuale

L'appaltatore, qualora le superfici lignee presentino strati di tinte a tempera, a calce o altro tipo di tinta e di patina non rimovibile mediante sverniciatore, dovrà intervenire mediante l'uso di utensili atti a raschiare le sovrapposizioni incongrue.

Potrà usare spazzole metalliche di acciaio armonico, brusche, spatole e sgorbie, raschietti, lana d'acciaio, carta abrasiva e qualunque strumento sia in grado di rimuovere la coltre sia sulle superfici piane che all'interno degli interstizi e delle fessure.

A lavoro ultimato, la superficie del legno dovrà presentarsi liscia e priva di particelle e residui, per questo l'uso di aria compressa gioverà a rimuovere ogni frammento anche all'interno di cavità e fessure.

Levigatura e lamatura manuale

La levigatura e lamatura manuale è particolarmente indicata per i parquet o per i lambri.

Si sceglierà di lamare il pavimento ligneo quando sarà richiesta la rimozione della vernice superficiale per un nuovo trattamento; si sceglierà invece la levigatura quando il degrado o il danneggiamento della superficie sarà tale da richiedere l'asportazione di uno spessore modesto di materiale, generalmente non superiore a 1 mm.

L'appaltatore eseguirà campionature in punti ritenuti idonei a tale operazione, i quali saranno posizionati in luoghi defilati.

L'intervento verrà eseguito manualmente tramite carta abrasiva montata su elementi di legno aventi forma ergonomica per una buona e corretta impugnatura: l'appaltatore procederà gradualmente eliminando risalti, vernici, trattamenti, denti e sopralzi.

Partendo dall'uso di grana grossa man mano passerà alla grana più fine, eliminando così eventuali striature residuali derivanti dall'uso della carta abrasiva a grana grossa.

La polvere prodotta dall'abrasione dovrà essere man mano aspirata, così da evitare sia che penetri nelle eventuali fessure sia che possa arrecare danni alla salute.

Nel caso le quantità di tale polvere prodotte dovessero risultare eccessive si potrà operare anche in umido, sebbene si verificherà l'inconveniente per il quale tale polvere si impasterà con l'acqua.

Pulitura mediante soluzioni sverniciatrici

Le vecchie verniciature presenti sul materiale ligneo, quando non possano essere riprese tramite operazioni di integrazione, dovranno essere rimosse adoperando solventi neutri capaci di sciogliere e ammorbidire lo strato sovrapposti.

L'eventuale ferramenta presente o gli eventuali elementi in ferro dovranno essere rimossi, in quanto il solvente potrebbe danneggiarli.

Una volta scelto il solvente in relazione al tipo di vernice e al tipo di legno, si procederà alla posa mediante pennelli o mediante spazzole, a seconda della consistenza del prodotto.

L'appaltatore, seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche, eseguirà alcune prove preventive in modo da valutarne i tempi di posa, la compatibilità e l'esito.

Il prodotto potrà essere in gel oppure in pasta e verrà steso con pennello oppure con spatola e lasciato in azione per un tempo adeguato, in modo che la vernice diventi morbida e rimovibile; i tempi dipenderanno dal tipo di vernice, dal suo deterioramento e dal suo spessore, pertanto si potrà attendere da un minimo di 20 minuti a tempi più lunghi, fino a 24 ore.

Mediante spatole si rimuoverà la pellicola di vernice ammorbidita, avendo cura di non raschiare e di non danneggiare il supporto e adoperandosi a pulire bene in prossimità di giunti e collegamenti.

In caso siano ancora presenti spessori di vernice, l'operazione potrà essere nuovamente ripetuta.

La superficie verrà successivamente ripulita con solventi adatti al lavaggio, evitando impiego di acqua che tenderebbe a essere assorbita con danno del materiale stesso.

Pulitura mediante aria calda o fiamma

L'impiego di aria calda emessa attraverso pistola termica oppure di fiamma prodotta da lancia termica, in taluni casi, provoca il distacco e il sollevamento di tinte e vernici.

Considerata la temperatura molto elevata, il getto dovrà essere tenuto a una certa distanza e la pistola dovrà essere mossa continuamente, in modo che non abbiano a crearsi punti in cui la temperatura eccessivamente alta provochi danneggiamenti e alterazioni del materiale stesso.

La vernice colpita dal getto d'aria calda o addirittura dalla fiamma, tenderà a sollevarsi e quindi, mediante raschietti, spatole o altro, potrà essere rimossa con facilità.

Infine, le superfici verranno perfezionate nella pulitura anche mediante carteggiatura, spazzolatura e uso di aria compressa.

Art. 32. Pulitura di parti murarie e di materiali lapidei

Generalità

Si intenderanno per parti murarie e materiali lapidei le pietre, i marmi, i laterizi, gli intonaci, gli stucchi e le malte.

Gli interventi di pulitura su queste superfici avranno come obiettivo la rimozione di sostanze estranee o patogene, le quali causano non solo lo stato di degrado del materiale ma ne favoriscono l'avanzamento.

Non saranno di impiego opportuno quelle pulizie che tenderanno a riportare alla condizione originaria il materiale eliminando ogni traccia del tempo trascorso.

Prima di qualunque operazione di pulizia di manufatti architettonici di particolare valore storico-artistico, ancorché prescritta in progetto, l'appaltatore dovrà verificare con la direzione lavori la consistenza e la tipologia della cortina patogena e degradante, sia si tratti di croste nere, efflorescenze, macchie, funghi o altre sostanze estranee al materiale, al fine di definire meglio il sistema di pulitura da adoperare, specie in relazione alla natura e alla composizione chimica del supporto e all'agente inquinante/degradante che si è manifestato.

Le patologie potranno consistere in depositi incoerenti, quali particellato atmosferico veicolato mediante agenti meteorologici o presenza di umidità per risalita (efflorescenze) oppure particellato che ha creato un legame con il supporto (sali percolati per dilavamento) oppure combinazione chimica tra particellato e supporto, ad esempio la ruggine o le croste.

Per quanto riguarda materiali porosi, quali pietre, laterizi, ecc., questi col tempo hanno alterato le caratteristiche fisiche e chimiche della superficie esposta generando una patina naturale che in molti casi è diventata autoprotettiva (anche se, in presenza di ambiente inquinato, la patina naturale conservativa è pregiudicata così come lo è la formazione della nuova patina conservativa).

Trattandosi dunque di interventi sulle superfici di manufatti che, a causa della loro età, hanno assunto una patina di superficie dovuta al loro tempo di esposizione e che costituisce testimonianza della storia del manufatto, l'appaltatore dovrà iniziare sempre con interventi molto blandi e, se necessario, aumentandone gradualmente l'incisività in modo da conservare il più possibile il velo della superficie che costituisce la patina naturale storicizzata.

Le croste nere costituiscono un fenomeno di degrado di rilevante entità: oltre che per l'aspetto esteriore, per la loro capacità di assorbire agenti inquinanti e di tenerli così perennemente a contatto con il materiale; aumentano inoltre il potere assorbente delle temperature e quindi contribuiscono a un incremento localizzato delle cause disagiatrici.

Se il materiale dovesse presentare fenomeni di esfoliazione o di caduta di sue parti oppure microfessurazioni o altro, dovranno essere eseguite opere di preconsolidamento prima di procedere alla pulizia.

In accordo con gli organi preposti alla tutela del bene, l'appaltatore sceglierà un metodo fisico e/o un metodo chimico, il tipo di prodotto e la modalità esecutiva ritenuti più efficaci in relazione alle necessità di conservazione e di non alterazione della qualità e consistenza del materiale da pulire.

I metodi, classificabili in relazione alla loro azione chimico-fisica sul supporto trattato e a seconda degli effetti sul materiale, sono classificabili in aggressivi, parzialmente aggressivi e non aggressivi: saranno evitati in ogni caso i metodi eccessivamente aggressivi che possano nuocere o modificare il materiale o che possano renderlo comunque più debole e conseguentemente più soggetto a futuri attacchi.

Saranno eseguite e campionate prove di pulitura, annotando il tipo di prodotto usato e le modalità di applicazione.

Si sceglieranno le superfici meno in vista e più punti di applicazione, in maniera da interessare le varie tipologie di degrado da trattare e i vari materiali in opera; solo valutando l'esito di tali campionature, anche con prove fisico-chimiche, si potranno selezionare il metodo e il prodotto più congrui e compatibili con il supporto, seguendo le indicazioni contenute nelle raccomandazioni NorMaL.

Nel caso di depositi incoerenti che siano semplicemente appoggiati sulle superfici attraverso agenti atmosferici oppure per gravità o per risalita (particellato terroso o carbonioso o efflorescenze saline), senza che vi siano state reazioni chimiche con il materiale di supporto, può essere sufficiente un semplice lavaggio con acqua: la pulizia con acqua può rivelarsi sufficiente anche quando vi siano sostanze allo gene che tendono a solidarizzare con il materiale.

Occorrono invece metodi più aggressivi quando si è in presenza di solidarizzazioni e combinazioni chimiche tra supporto e degrado (ossidazioni ferrose, croste gessose, ecc.), la cui permanenza sul materiale è

inopportuna sia per il suo aspetto visivo che per la capacità con cui tale tipo di degrado continua a progredire e a penetrare nel materiale stesso: in questi casi si procederà, dopo le opportune analisi preventive, con la rimozione dello strato superficiale degradato scegliendo il metodo più adeguato, a partire dall'uso di stracci e di spazzole di saggina fino ad arrivare all'impiego di aspiratori e di aria compressa. Infine, nei casi più persistenti, verranno impiegati metodi lievemente abrasivi e metodi chimici a mezzo di impacchi localizzati. La direzione lavori, prima di eseguire gli interventi di pulitura, valuterà l'opportunità di effettuare interventi di preconsolidamento del materiale, in modo da impedire il progredire dello stato di dissesto con l'impiego di metodi che ne aggraverebbero lo stato.

Idropulitura a bassa pressione o a pressione controllata

L'idropulitrice sarà impiegata per pulizie di superfici le cui macchie e i cui degradi siano rimovibili direttamente mediante spray di acqua deionizzata (ossia priva di sali e di impurità).

La pressione di esercizio potrà essere bassa, ossia compresa tra 2 e 3 atmosfere, oppure potrà essere compresa tra 4 e 6 atmosfere.

L'acqua potrà essere calda o fredda, secondo le disposizioni della direzione lavori.

La deionizzazione potrà avvenire anche in cantiere tramite l'utilizzo di motopompe e di prodotti scambiatori ionici, considerato che la continuità di disponibilità di acqua in cantiere costituisce la base per la continuità dell'intervento. Se necessario, in particolare per superfici decoese o modellati e modanature che richiedano un lavaggio efficace ma a pressione ridotta, si potrà intervenire mediante acqua nebulizzata oppure atomizzata, le cui particelle abbiano dimensioni comprese tra i 5 e i 10 micron.

La nebulizzazione e l'atomizzazione dell'acqua avverranno mediante l'uso di appositi ugelli o apposite camere di atomizzazione, le quali frantumano l'acqua in piccole particelle; queste colpiranno la superficie in maniera tangenziale, pertanto la pressione dell'acqua potrà essere ridotta o eliminata. U

L'idropulitura, sia spray che nebulizzata o atomizzata, è valida anche nei casi in cui l'acqua potrebbe avere potere emolliente per le croste che saranno rimosse successivamente con metodi manuali.

Considerata la durata dell'intervento, che richiede 1-2 giorni, questo metodo di pulizia dovrà essere scartato per materiali eccessivamente porosi, o nei quali siano presenti fratture o laddove la presenza dell'acqua sia dannosa direttamente per il materiale o per parti a esso contigue (per esempio affreschi retrostanti) oppure adoperato a intervalli congrui, così da tenere sempre sotto controllo eventuali infiltrazioni e danneggiamenti. Individuate le aree di intervento, l'appaltatore provvederà a disporre i tubi adduttori partendo dall'alto e procedendo verso il basso, con effetto di ruscellamento parallelo alla caduta dei depositi.

L'acqua, mediante appositi dispositivi, verrà nebulizzata allargando così il proprio campo di azione e quindi l'efficacia della propria azione.

Il getto sarà direzionato in maniera tale da raggiungere prevalentemente le superfici sporche e dosando la pressione a seconda dei casi; i getti non dovranno comunque essere posti a una distanza inferiore a 5 cm, onde evitare fenomeni di erosione localizzata del materiale: in tal senso si potrà procedere direzionando il getto tangenzialmente alla superficie.

L'efficacia del potere emolliente dipenderà dalla persistenza delle macchie e dalla durata della nebulizzazione perciò, quando sia richiesto, il getto potrà essere passato sulle superfici anche più volte, purché la durata di ogni lavaggio non sia superiore a 20 minuti e purché sia trascorso un lasso di tempo adeguato tra due lavaggi consecutivi, in modo da evitare eccessivi assorbimenti di acqua dannosi al manufatto.

Si eviterà di operare in giornate troppo fredde e si eviteranno tempi di lavaggio continuativi troppo lunghi.

Pulitura con acqua a pressione

I getti di acqua in pressione, dei quali potranno regolarsi gradualmente i valori, interesseranno quelle parti di edifici che non richiedono una particolare cautela. Tale regolazione potrà tenere conto della persistenza delle croste e del tipo di supporto e di materiale da trattare.

Sia la pressione dell'acqua che la sua stessa permanenza sulle croste e quindi il potere emolliente esercitato, consentiranno la rimozione degli spessori degradanti formati sul manufatto.

La permanenza di getti sulle superfici o il numero delle passate degli stessi da effettuare saranno valutati a seconda della consistenza dello sporco; saranno da evitare interventi con acqua in pressione in presenza di fessurazioni, fratture o altri dissesti che consentirebbero dannose infiltrazioni e percolamenti di acqua.

Pulitura manuale

La pulizia manuale, eseguita esclusivamente con spazzole di saggina o di nylon, sarà adoperata per rimuovere quei trattamenti superficiali (scialbature, tonachini, ecc.) o quei fenomeni di degrado che richiedono un'abrasione superficiale da effettuare a secco oppure quando, dopo la nebulizzazione, debbano essere rimosse croste divenute morbide e asportabili.

I risultati dipenderanno molto dall'abilità e dalla sensibilità dell'operatore nel discernimento delle superfici da trattare e nel dosaggio dell'energia abrasiva.

Sono assolutamente vietate le puliture eseguite con spazzole metalliche o con utensili comunque metallici e acuminati, poiché fortemente abrasivi e poiché agiscono asportando parti di materiale mettendo a nudo gli strati sottostanti con nocumento per gli effetti cromatici complessivi delle superfici e per la capacità che hanno di generare su tali incisioni ulteriori fenomeni di degrado.

Potranno essere impiegati strumenti meccanici di tipo elettrico quali trapani o flessibili se dotati all'estremità di utensili morbidi (per esempio spazzole a rotazione in nylon) oppure micromole, microscalpelli e vibroincisori, purché non metallici o, se metallici, purché usati solo e esclusivamente sulle croste e sugli strati da rimuovere così da non danneggiare le superfici dei materiali.

Sarà individuato il senso del movimento da adoperare per asportare la patina degradata, in modo che si debbano usare il minor numero di passate possibili.

Se necessario, prima di intervenire, potranno essere effettuate delle prove in luoghi defilati in maniera da valutarne l'efficacia, i rischi di danneggiamento che potrebbero provocare e il risultato finale.

Pulitura con apparecchi ad ultrasuoni

L'appaltatore farà uso di strumenti e apparecchi a ultrasuoni in veicolo acquoso, se disposto dalla direzione lavori, per le croste e le macchie più tenaci e persistenti e quando il particolare valore e pregio storico-artistico del manufatto lo richieda; tali apparecchi emettendo microonde che si propagheranno fino alle superfici interessate, solleciteranno le croste e le patine da rimuovere.

Se necessario, prima di intervenire potranno essere effettuate delle prove in modo da valutare quello che sarà il risultato finale; questi apparecchi dovranno essere tarati in maniera adeguata, così da assicurare l'asportazione della superficie degradata e dovranno sempre essere tenuti sotto controllo.

Vista la delicatezza dell'intervento, essi dovranno essere usati solo da personale altamente specializzato.

Pulitura con apparecchi laser

L'azione selettiva del laser (*light amplification by stimulated emission radiation*) è particolarmente adatta per depositi di gesso e di carbonato che generalmente si depositano sui marmi e sulle pietre di colore chiaro: ciò vale anche per i depositi sulle superfici metalliche e sui legni.

Tali depositi scuri sono in grado di assorbire selettivamente le radiazioni pertanto si avrà, con l'effetto fotomeccanico del laser, la rottura del legame chimico e quindi il distacco della cortina degradante.

Le superfici chiare in vista, non assorbendo la radiazione, interromperanno l'emissione dell'impulso; in alcuni casi, dopo l'intervento con il laser, si dovrà intervenire rimuovendo meccanicamente le croste che lo stesso laser ha distaccato.

L'azione del laser colpisce le superfici per uno spessore di pochi micron, ossia solo lo spessore interessato dal degrado, pertanto non intacca il supporto del materiale che, anche dopo la rimozione della parte degradata, se la possiede, conserva la patina naturale.

Considerati i costi delle apparecchiature e i costi di esercizio, questo intervento va messo in opera solo nei casi più delicati.

Saranno scelte apparecchiature laser maneggevoli, dotate di bracci snodati adatti ai luoghi e dotate della facoltà di tenere costantemente sotto controllo i parametri principali d'uso (frequenza, lunghezza d'onda, energia dell'impulso e raggio d'azione). In considerazione di ciò, l'apparecchiatura sarà usata soltanto da personale altamente specializzato, in grado di leggere e di intervenire con valutazioni e eventuali modifiche dei parametri di esercizio.

Gli operatori agiranno con gradualità, soffermandosi sui punti più persistenti ma evitando tuttavia di creare bruciature e ingiallimenti del materiale; faranno uso di dispositivi di protezione individuali e segneranno in maniera visibile le parti trattate.

In fase di non utilizzo, lo strumento dovrà essere tenuto sotto controllo.

Prima di iniziare, per rendere maggiormente visibili le parti scure e esaltare la capacità selettiva della radiazione, si potrà bagnare il supporto: così si eviteranno inoltre formazioni di fumi e di polveri.

Pulitura con microsabbiatrice secca

La microsabbiatrice farà uso di aria compressa disidratata, con pressione compresa tra le 0,5-4 atmosfere, in grado di proiettare insieme all'aria il materiale microabrasivo sulle superfici da trattare.

Le superfici più idonee a questo tipo di intervento sono il cotto, gli intonaci e le pietre e i marmi.

Considerato il potere abrasivo delle microsfele di vetro o di allumina, questo tipo di intervento sarà adoperato solo nei casi in cui l'azione dell'acqua non dovesse essere sufficiente a garantire l'asportazione delle croste e per i punti sottosquadro e le modanature, laddove gli interventi manuali difficilmente riescono a raggiungere le superfici interessate.

La durezza delle microsfele dovrà essere di poco superiore alla durezza delle croste da rimuovere e del materiale di supporto.

L'appaltatore orienterà gli ugelli (diametro 0,4-3 mm) solo sulle porzioni di superficie fortemente incrostate e, se necessario, provvederà a ricoprire e proteggere particolari porzioni della stessa che ne dovessero subire gli effetti negativi.

Se necessario, prima di intervenire, potranno essere effettuate delle prove in modo che sia possibile valutare il risultato finale.

Vista la delicatezza dell'intervento, la microsabbiatrice dovrà essere utilizzata solo da personale altamente specializzato.

Pulitura con microsabbiatrice umida

La microsabbiatrice ad aria compressa può aggiungere, all'occorrenza, acqua deionizzata atomizzata all'aria di fuoriuscita: pertanto sulle superfici da trattare, in fase di funzionamento, insieme all'aria compressa verrà proiettato anche materiale microabrasivo.

Valgono tutte le considerazioni fatte in precedenza, con in più l'indicazione che prevede vadano evitate tutte quelle superfici porose o eccessivamente delicate che non sopporterebbero la presenza di acqua.

Un particolare sistema misto aria-abrasivo è il *sistema Jos*, in cui l'aria viene emessa con vortice elicoidale a bassissima pressione e gli inerti abrasivi sono molto più morbidi. Sono particolarmente indicati come inerti la farina di mais, la polvere di gusci di noci, ecc; l'efficacia di tale sistema è assicurata dal fatto che il vortice elicoidale colpisce tangenzialmente le croste, pertanto riesce a penetrare negli interstizi di contatto tra supporto e spessore patogeno. La distanza degli ugelli sarà compresa tra 35 e 45 cm.

All'occorrenza, anche con il sistema Jos si potranno impiegare modesti quantitativi di acqua deionizzata.

Se necessario, prima di intervenire potranno essere effettuate delle prove in luoghi defilati in modo da valutare il risultato finale; anche in questo caso, vista la delicatezza dell'intervento, l'operazione dovrà essere eseguita solo da personale altamente specializzato.

Pulitura con sabbiatrice

Le macchine sabbiatrici faranno uso di sabbie silicee e saranno adoperate per quegli edifici o parti di edificio che non richiedono particolari cure, purché non vengano adoperate su materiali porosi, friabili e sfaldabili

che, con questo intervento, potrebbero subire un acceleramento del proprio stato di degrado e del deterioramento della propria consistenza superficiale.

L'intervento sarà da escludersi anche in presenza di decori e di modellati, poiché potrebbero subire danneggiamenti.

Contemporaneamente al getto di sabbia le macchine potranno far fuoriuscire anche acqua, agendo così simultaneamente sia con l'abrasione che con il lavaggio.

A seconda delle circostanze, verranno selezionate la giusta granulometria della sabbia e la pressione e il getto adeguato; potranno inoltre essere aggiunti all'acqua solventi atti a migliorarne il potere pulente, purché autorizzati dalla direzione lavori e purché non dannosi e alteranti per i materiali.

L'appaltatore disporrà che l'operatore esegua il trattamento solo sulle superfici interessate dal degrado, evitando di orientare gli ugelli dove non occorra.

Pulitura con soluzioni chimiche

L'appaltatore, d'accordo con la direzione lavori, qualora dopo l'effettuazione delle analisi sullo stato di degrado, sulla tipologia delle macchie e su quella delle croste, dovesse pervenire alla conclusione che siano necessari dei solventi specifici al fine di ottenere una decomposizione della struttura persistente degradante, individuerà il prodotto più adeguato al caso usando come riferimento i tre parametri di solubilità (forza di tipo polare, forza di dispersione apolare e forza di legame a idrogeno).

Prima di intervenire dovranno essere effettuate delle prove in luoghi opportuni e defilati, eseguendo tassellature e campionature, annotando il tipo e la composizione della soluzione adoperata: si valuterà il risultato di tali prove e, se necessario, si eseguiranno nuove campionature aumentando le percentuali di soluzione o modificando il tipo di soluzione impiegato.

Se dovessero rendersi visibili deterioramenti e danneggiamenti del materiale a seguito dell'azione corrosiva del solvente, bisognerà scartare questo tipo di operazione.

In presenza di materiali porosi e molto assorbenti, l'intervento sarà limitato solo alle parti fortemente incrostate.

Dopo aver bagnato con acqua le superfici interessate in modo da renderle meno assorbenti, l'appaltatore procederà a una tamponatura delle superfici da trattare con il solvente prescelto: questa operazione rimuoverà completamente le parti degradate oppure servirà a rendere le croste più morbide e dunque pronte per l'asportazione manuale o da effettuarsi con altri strumenti.

Se necessario, la tamponatura potrà durare alcuni minuti proprio per rimuovere gli strati eccessivamente persistenti. Si farà uso, a seconda dei casi, di alcali, di acidi, di solventi a base di cloruro, di carbonato di ammonio, di sverniciatori o altro; dopo l'applicazione, si interverrà immediatamente con neutralizzatori del prodotto chimico e quindi si eseguirà un lavaggio ad acqua, in modo che le superfici non risultino danneggiate.

Tutte queste operazioni saranno eseguite da personale specializzato, il quale avrà cura di adoperare i dispositivi di protezione individuali a salvaguardia delle vie respiratorie, del viso, degli occhi e della pelle (in particolare di quella delle mani).

Pulitura con impacchi di argille assorbenti

La pulitura con impacchi di argille assorbenti ha l'effetto di sciogliere e assorbire le macchie e le patine oppure di ammorbidire le croste: viene adottato questo tipo di pulitura al fine di evitare l'impiego di acqua a dispersione sul supporto o prodotti chimici troppo aggressivi se posti direttamente a contatto con le superfici da trattare.

L'appaltatore dovrà dapprima preparare l'argilla (silicati idrati di magnesio quali sepiolite, bentonite oppure pasta di cellulosa) diluendola con acqua distillata o demonizzata, fino a che raggiunga una consistenza pastosa così da poterla stendere sulle superfici; se necessario, all'argilla potranno essere aggiunti leggeri solventi atti all'aggressione delle croste.

L'argilla dovrà essere stesa sulle superfici, preventivamente bagnate con lo stesso tipo di acqua di diluizione, raggiungendo uno spessore di 2-3 cm; se necessario, sulle superfici da trattare potrà essere messa in opera carta giapponese o una carta simile a essa.

L'argilla potrà essere stesa a mano o con spatole, dovrà quindi essere ricoperta con teli di garza e poi ancora con ovatta bagnata. Al fine di conservare il grado di umidità necessario all'ammorbidimento delle croste, si provvederà a ricoprirla con teli di plastica sigillati in cui siano lasciate libere piccole aperture attraverso le quali, mediante tubicini, si possa integrare gradualmente l'acqua assorbita o evaporata.

L'appaltatore verificherà ogni 2-3 giorni il grado di umidità presente e, se necessario, interverrà reintegrando l'acqua che è stata assorbita o è evaporata.

Trascorso il tempo necessario, si provvederà a rimuovere i teli lasciando asciugare completamente l'argilla, la quale sarà successivamente rimossa con acqua deionizzata e porterà via con sé le macchie o le croste depositate sulle superfici; in alcuni casi le croste si saranno solo ammorbidite, pertanto l'operazione dovrà essere completata con la loro rimozione manuale.

Pulitura di efflorescenze saline

Nei casi in cui siano presenti efflorescenze saline derivanti dalla migrazione di umidità arrestata da precedenti interventi di bonifica e di risanamento, l'appaltatore dovrà valutare, mediante prelievo e analisi, un campione di supporto e di efflorescenza al fine di individuarne l'origine e la tipologia: tali prove serviranno a verificare la solubilità del degrado (in acqua, in cloruro o in altra soluzione), la sua aderenza al supporto, la sua composizione chimica e quant'altro sia necessario per scegliere il tipo di intervento opportuno.

Nel caso in cui l'intervento di deumidificazione sia stato condotto dallo stesso appaltatore, egli dovrà attendere un lasso di tempo sufficiente alla disidratazione dell'umidità residua che, migrando, farà affiorare ancora i sali in superficie; questi tempi saranno generalmente variabili da 4 a 6 mesi.

La rimozione delle efflorescenze, a seconda della loro natura, sarà effettuata con semplici stracci, spazzole di saggina, acqua oppure con soluzioni specifiche per ogni diverso tipo di sale.

L'appaltatore potrà altresì mettere in opera un rinzafo temporaneo con potere assorbente, da rimuovere dopo che l'umidità sia stata captata.

Solo in casi eccezionali e per manufatti di particolare pregio o nei casi in cui siano richiesti tempi brevi, la muratura potrà essere lavata mediante iniezioni di acqua deionizzata che accelererà il processo di migrazione dei sali in superficie.

Bonifica da vegetazione infestante

La vegetazione presente sui manufatti o nelle immediate vicinanze degli stessi potrà essere rimossa manualmente, con piccoli utensili o facendo uso di prodotti disinfestanti e di biocidi applicati a mano o a spruzzo, avendo cura di circoscrivere l'area di intervento e di evitare che il terreno ne venga impregnato, con conseguente nocimento generalizzato.

Prima della lavorazione, l'appaltatore dovrà approfondire la conoscenza del tipo di materiale e del tipo di vegetazione sviluppatasi, in modo da intervenire nel modo più adeguato.

Egli dovrà altresì verificare la profondità di penetrazione dell'apparato radicale della vegetazione e i suoi effetti degradanti sugli intonaci, sulle malte e sullo stesso materiale portante, così da valutare il loro stato conservativo e la loro capacità di tenuta, evitando eventualmente che strappi manuali eseguiti con forza eccessiva siano deleteri per il manufatto: molte radici, infatti, oltre all'azione disgregatrice e alteratrice sui materiali, diventano veri e propri cunei tra i giunti alterando, seppure per piccole superfici, lo stato tensionale locale e provocando microfratture e cadute di materiale. In questi luoghi si dovrà verificare la portata di questo genere di degrado, al fine di ricondurne le condizioni a uno stato di normalità, includendo nell'azione da approntare la sigillatura contro la penetrazione degli agenti meteorici.

In molti casi sarà difficile valutare la profondità di penetrazione delle radici o dei semi: l'appaltatore verificherà se la vegetazione sia a foglia larga o a foglia stretta e selezionerà il prodotto in relazione al tipo di azione che è in grado di sviluppare, se sia cioè efficace sul fogliame o sull'apparato radicale.

La sostanza chimica diserbante non dovrà avere sui materiali del manufatto architettonico alcun effetto degradante e alterante (sia in superficie che nello spessore) e non dovrà essere di nocimento all'uomo, agli animali e all'ambiente. I prodotti diserbanti saranno generalmente a base di triazina o di urea, appartenenti alla classe tossicologica 3 e verranno applicati in giornate nelle quali ci sia assenza di pioggia o di vento, in modo da limitarne la dispersione in aria e nella terra.

Per le applicazioni da effettuare sulle radici, da effettuarsi di preferenza durante la stagione invernale, l'appaltatore incomincerà con il taglio manuale a raso oppure utilizzando apparecchi a vibrazione; successivamente interverrà mediante iniezioni nei canali conduttori della pianta, all'altezza del colletto.

Per le applicazioni sul fogliame, il diserbante potrà essere irrorato mediante pompe manuali o nebulizzatori solo sulle porzioni interessate, evitando così che il trattamento si estenda in maniera generalizzata.

Se necessario, successivamente potranno essere eseguiti ulteriori trattamenti mediante impacchi contenenti diserbante, così da assicurarne la penetrazione.

A conclusione della bonifica, le superfici dovranno essere liberate da ogni traccia di biocida mediante lavaggio con acqua.

La riuscita dell'intervento verrà verificata dopo circa 60 giorni dal trattamento.

Tutte queste operazioni saranno eseguite adoperando i dispositivi di protezione individuali a salvaguardia delle vie respiratorie, del viso, degli occhi e della pelle (in particolare di quella delle mani).

Bonifica da alghe, funghi, muschi e licheni

L'appaltatore, in presenza di muschi e licheni sviluppatisi su substrati argillosi depositati sulle superfici del manufatto oppure in presenza di alghe e funghi proliferati sulle aree umide e sulle superfici poco soleggiate nonché dove sia presente umidità per risalita o per imbibizione, dovrà intervenire valutando dapprima le cause esterne oggettive; una volta rimosse le cause generanti il degrado, lascerà che trascorra un certo lasso di tempo per la stabilizzazione delle condizioni generali.

Egli esaminerà la microflora presente e ne valuterà la classe di appartenenza e il tipo di degrado che è in grado di produrre sul manufatto; verificherà se tale degrado sia presente solo in superficie, quindi comprometta solo l'aspetto esteriore e cromatico del manufatto o, se invece, abbia superato la coltre superficiale del materiale e dei giunti generando microfessurazioni e producendo fenomeni di carbonatazione.

Nel caso vi siano spessori consistenti di microflora, prima di applicare il biocida si interverrà con la rimozione manuale mediante spatole e spazzole morbide, in modo che il prodotto disinfestante non debba agire su spessori molto grandi; se invece gli spessori vegetali sono duri, la posa del biocida (soluzione di ammoniacale al 5%) consentirà l'ammorbidimento del substrato degradante e sarà così più facile eseguire le operazioni di rimozione.

Qualora la presenza di tale vegetazione funga da veicolo per particelle ferrose producendo fenomeni di ossidazione, si dovranno eseguire operazioni con biocida e successivamente operazioni di pulizia.

Valutata la tipologia di degrado e di dissesto e il tipo di microflora presente, si sceglierà il prodotto agente più adatto al caso e in grado di non arrecare alcun tipo di danno al manufatto architettonico (per esempio acqua ossigenata a 120 volumi o sali di ammonio quaternario); l'applicazione potrà avvenire a pennello, mediante nebulizzazione o mediante impacchi di polpa di cellulosa o di argilla imbevuta.

Si potrà procedere con gradualità, lasciando agire la soluzione e verificando il risultato per poter poi eseguire successivamente ulteriori trattamenti.

A trattamento ultimato, le superfici dovranno essere lavate in maniera che venga eliminata ogni traccia di biocida.

Valgono anche in questo caso tutte le precauzioni elencate al paragrafo precedente.

In alcuni casi, in accordo con la direzione lavori, si potrà intervenire con l'applicazione di raggi ultravioletti.

Art. 33. Pulitura di materiali ferrosi

Modalità esecutive

Negli interventi di pulitura di materiali metallici, in particolare di materiali ferrosi, la prima operazione da eseguire sarà l'approfondimento di indagine sul tipo di degrado presente; successivamente verrà eseguita l'indagine metallografia, la quale servirà a riconoscere le caratteristiche specifiche del metallo, la sua composizione e la sua lavorazione.

Il confronto tra queste informazioni determinerà la scelta dell'intervento più adeguato.

Le condizioni che possono aver arrecato danno ai manufatti metallici possono avere origine chimica (attacco di acidi o di altre sostanze chimiche), origine meccanica (sfregamenti, abrasioni o raschiature) oppure origine atmosferica (sole, pioggia, raggi ultravioletti o altro).

Qualora le cause del degrado fossero esterne al manufatto, queste dovranno essere rimosse in maniera da non recare nocumento e alterazioni; per cause deterioranti dirette, si dovrà scegliere la soluzione che possa rimuoverle in modo appropriato e prolungato nel tempo.

Gli interventi diretti sul materiale metallico potranno essere eseguiti mediante rimozioni localizzate di vernici ormai distaccate ed esfoliate e, nei casi più gravi, si potrà intervenire rimuovendo completamente la vernice e riportando la superficie al metallo bianco: questa operazione sarà estesa anche alle superfici ossidate, le quali saranno liberate dalla patina di degrado; si opererà con spazzolatura manuale o meccanica oppure, sulle parti decoese e facilmente rimovibili, con sabbiatura; nel caso di macchie oleose e grasse potranno essere adoperati solventi idonei, purché compatibili con i trattamenti da eseguire.

Gli interventi manuali saranno utili per pulizie semplici e soprattutto per quelle parti dove né utensili né sabbiatura riuscirebbero a penetrare; questo genere di interventi sarà condotto con accuratezza, impiegando spazzole, raschietti, spatole, carta abrasiva, smeriglio; per lo sporco più tenace potranno essere impiegati piccoli scalpelli purché non arrechino danno al materiale.

Gli interventi meccanici condurranno a risultati più efficaci di quelli manuali; verranno impiegate spazzole rotanti, avendo cura di muovere tali strumenti durante l'uso in modo da evitare interventi localizzati troppo incisivi che renderebbero la superficie troppo liscia e inadatta all'aggrappaggio dei trattamenti; in alternativa, solo nei casi più tenaci, l'appaltatore potrà utilizzare strumenti ad aria compressa completi di utensili, quali spazzole e scalpelli, adatti alla rimozione di vernici e di ossidazioni. La sabbiatura, come per le parti murarie, potrà essere eseguita a secco o in umido.

La sabbiatura presenta lo svantaggio di far penetrare l'acqua nelle parti interstiziali, nelle quali è più difficile sia abbia luogo l'asciugatura che eventuali altri trattamenti; per la sabbiatura si farà uso di sabbia silicea mista anche a limatura metallica e la si potrà condurre a vari livelli, a seconda del tipo di pulizia cui si vuole pervenire. L'appaltatore potrà eseguire una sabbiatura grossolana oppure giungere fino alla pulizia del metallo bianco.

La pulitura chimica verrà condotta adoperando opportune soluzioni con effetto sverniciante, scegliendo tra prodotti a bassa aggressività e, se necessario, ripetendo l'operazione al fine di ottenere l'effetto desiderato. Successivamente si procederà con una mano di abrasivo, così da riattivare le superfici ad accogliere i nuovi trattamenti protettivi. La pulitura finale dovrà far sì che venga eliminato ogni residuo dalla superficie e sarà completata rimuovendo ogni traccia di polveri con scope e con aria compressa, specie nelle zone interstiziali, in quanto la presenza di tali residui e polveri pregiudicherebbe l'adesione del trattamento protettivo del materiale.

Art. 34. Protezione di materiali

Generalità

La protezione definitiva di manufatti architettonici, o loro parti, sarà disposta dalla direzione lavori sentito il parere dell'organismo preposto alla tutela del bene e potrà consistere, a seconda del caso, in piccoli aggetti, coperture o altro.

Qualora invece fosse necessario provvedere alla protezione di materiali storici e, eventualmente, anche alla protezione di materiali di integrazione, una volta eseguita e completata la pulizia, l'appaltatore potrà intervenire con adeguati metodi atti a proteggere le superfici del manufatto architettonico, in particolare quelle maggiormente esposte al degrado.

Sulla base delle risultanze delle analisi e degli approfondimenti effettuati per individuare il più opportuno metodo di pulitura, egli sceglierà, in accordo con la direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela del bene, la procedura da adottare e i prodotti di protezione da impiegare più adatti al caso.

Se dovesse rendersi necessario, egli provvederà a effettuare ulteriori test conoscitivi, seguiti da prove campione atte a rendere visibile l'effetto dell'applicazione dei protettivi; sarà valutato l'aspetto esteriore quale elemento fondamentale da lasciare inalterato, congiuntamente alla struttura molecolare del materiale da proteggere, la quale dovrà conservare le sue caratteristiche precipue.

L'appaltatore interverrà con l'applicazione di soluzioni traspiranti e idrorepellenti, possibilmente reversibili, che non abbiano a modificare né a occultare le superfici, escludendo quei prodotti che, formando un film impermeabile, impediscono la traspirazione del materiale con nocumento per gli strati superficiali e per i giunti e che accelerano inoltre il progredire del processo di degrado; saranno scelti anche prodotti che siano stabili nel tempo e che subiscano limitate trasformazioni della loro struttura chimica, in quanto ciò potrebbe rendere non più reversibile l'intervento stesso. È opportuno considerare che la durata di applicazioni sintetiche è limitata all'incirca a un decennio e che, perciò, si dovrà programmare la ripetizione dell'intervento.

Nella posa dei prodotti protettivi, l'appaltatore dovrà fare riferimento alle schede tecniche specifiche e dovrà seguire con cura le modalità di applicazione prescritte dalla ditta produttrice, dovrà inoltre appoggiarsi a manodopera specializzata. Tali prodotti saranno messi in opera su superfici pulite e asciutte, evitando le basse temperature e l'esposizione ai raggi solari: pertanto, se sarà necessario, saranno disposti accorgimenti tali da salvaguardare temporaneamente quelle parti del manufatto sulle quali si dovrà intervenire.

I prodotti potranno essere applicati usando un pennello morbido o mediante apparecchiature nebulizzanti, iniziando dall'alto e procedendo verso il basso, avendo cura di evitare effetti di dilavamento che farebbero sì che sulle superfici inferiori venisse applicato prodotto in eccesso. Si potrà procedere per mani successive, valutando l'opportunità di aumentare o meno la quantità di prodotto da applicare; durante la posa le parti che non richiedono tale trattamento dovranno essere coperte e gli operatori dovranno adoperare tutte le protezioni individuali del caso.

Protezione di materiale lapideo, di laterizio e di intonaci dagli agenti atmosferici

Per la protezione di materiali porosi quali pietre, mattoni o intonaci, l'appaltatore sceglierà tra prodotti organici o tra prodotti silicei.

L'applicazione di tali protettivi dovrà essere effettuata solo nei casi strettamente necessari, con estrema cautela, facendo attenzione che la resa sulle superfici non sia lucida o traslucida poiché altererebbe gravemente il manufatto.

Nel caso di prodotti organici, in commercio si trovano resine poliuretaniche, resine acriliche o viniliche, metacrilati ed elastomeri, la cui prestazione fondamentale è quella di proteggere dalle varie tipologie esistenti di umidità (ascendente, battente, salmastra).

Tra i prodotti silicei, invece, si potranno avere le resine siliconiche (per esempio i silossani o i polisilossani), i silani (questi non sono indicati per materiali a base di calce o per materiali lapidei carbonatici).

Per la posa dei prodotti protettivi, l'appaltatore dovrà fare riferimento alle schede tecniche specifiche e dovrà seguire con cura le modalità di applicazione prescritte dalla ditta produttrice nonché appoggiarsi a manodopera specializzata.

Protezione di materiale ligneo dagli agenti atmosferici

L'appaltatore interverrà sui materiali lignei con l'applicazione di materiali naturali quali olio di lino e cera d'api: in ogni caso, dopo l'olio di lino, egli potrà applicare in generale vernici all'alcol e gommalacca, vernici a base di essenza di trementina o resine oleosintetiche, quale per esempio il comune *flatting*, selezionando innanzitutto i prodotti reversibili e che non subiscono alterazioni di colore.

In alcuni casi i prodotti protettivi potranno essere applicati dopo essere stati additivati anche ai prodotti fungicida, così da dare il via a un'azione combinata.

I sistemi adoperati dovranno consentire al materiale di respirare con continuità, dovranno essere elastici, plastici e possedere buone doti di dilatazione termica e resistenza ai raggi ultravioletti.

L'applicazione, qualora il legno sia danneggiato o degradato, dovrà essere preceduta da eventuale bonifica o consolidamento.

Dopo aver effettuato la necessaria opera di pulizia, compresi i trattamenti antiparassitari e fungicida e la stuccatura delle fessure mediante resine additivate e caricate con polvere di legno, si provvederà alla pulizia finale con spazzole di saggina. La superficie sarà quindi lavata e sgrassata, poi raschiata e carteggiata e infine trattata con olio di lino cotto.

Nel caso in cui sia prevista finitura all'olio, si dovranno passare tre mani di olio di lino con pennello o con rullo, avendo cura di far penetrare il prodotto lungo le venature e carteggiando leggermente tra una mano e l'altra, ad asciugatura avvenuta, in modo da aumentare l'adesione.

Per finiture mediante vernici, si procederà con la posa di una mano di turapori (*flatting*) e quindi di smalto, procedendo con pennello o con rullo oppure per immersione seguendo rigorosamente le istruzioni contenute nelle schede tecniche. Dovranno essere evitati spessori eccessivi in quanto potrebbero costituirsi come pellicole soggette a esfoliazione.

Protezione di materiale ligneo dal fuoco

I trattamenti ignifughi, in accordo con la direzione lavori, saranno selezionati tra quelli reperibili in commercio a partire dalla valutazione della tipologia più adatta al caso, a seconda della modalità con cui si esplica il potere ignifugo, e risponderanno ai requisiti disposti dal D.M. 6 marzo 1992 "Norme tecniche procedurali per la classificazione di reazione al fuoco e omologazione dei prodotti verniciati ignifughi applicati sui materiali legnosi".

Potranno perciò essere sostanze che, in presenza di alte temperature causate da incendio, sviluppano una patina protettiva o una coltre vetrificata oppure producono sostanze schiumose che inibiscono la combustione, riducendo la penetrazione della carbonatazione (per esempio silicati di sodio o di potassio con aggiunta di caolino).

Si dovrà evitare l'impiego di quei prodotti che, bruciando, producono gas tossici.

Sulle superfici già trattate e preparate, l'appaltatore interverrà applicando il prodotto col pennello fino ad assorbimento, avendo cura che non si creino ristagni o lacune.

Protezione di materiale ligneo da tarli, muffe e funghi

Prima di effettuare il trattamento protettivo da tarli, muffe e funghi la superficie del legno deve essere ripulita in ogni sua parte, compresi i trattamenti precedenti, e liberata da eventuali parti marcescenti e anomale, secondo quanto illustrato nei paragrafi specifici dedicati al trattamento del legno.

Il materiale dovrà essere ispezionato visivamente, con lenti di ingrandimento, con punteruolo e con martello, al fine di verificarne l'esatta consistenza; se necessario, si asporteranno piccoli frammenti superficiali per effettuare analisi di laboratorio.

Verranno approfondite le analisi all'interno dei fori di sfarfallamento e verrà misurato il grado di umidità, che segnalerebbe eventualmente la presenza di funghi.

Eventuali degni biologici in atto e eventuale presenza di larve richiederanno interventi di disinfestazione prima che si proceda alla protezione. Il prodotto non dovrà formare pellicole né alterare il colore del legno.

L'appaltatore potrà mettere in opera il prodotto a pennello o a spruzzo, anche a più mani, avendo cura di non creare addensamenti localizzati e carteggiando leggermente tra una mano e l'altra nel senso delle venature.

Protezione di materiale ferroso

Si procederà alla protezione di materiale ferroso in base alle disposizioni della direzione lavori, la quale valuterà i casi in cui ciò fosse necessario tramite indagini sul tipo di materiale da trattare, sulle sue caratteristiche e sulle condizioni ambientali presenti, in particolare quelle igrometriche e quelle saline.

Verrà selezionato il prodotto specifico sulla base dei suoi tempi di essiccazione e in base al tipo di finitura superficiale che si vorrà ottenere.

Per aumentare il grado di protezione in ambiente umido, sulle superfici riportate al metallo pulito e bianco, verrà messo in opera un pretrattamento di fosfatizzazione a freddo oppure a base di acido fosforico; successivamente si procederà con pennello a stendere una mano di sottofondo (*primer*) a base di polvere di zinco: se necessario l'intervento andrà ripetuto più volte.

Nelle zone nelle quali è stata rimossa la patina ossidata, si adopererà, sempre a pennello, un *primer* generalmente a base di fosfato con effetto convertitore, capace di trasformare la ruggine e di renderla stabile. Se invece si dovesse intervenire con verniciatura, dopo la mano di fondo solitamente in base alchidica, si stenderanno a pennello le due mani di vernice finale. Sarà cura dell'appaltatore proteggere le parti limitrofe e non eccedere con le quantità di materiale, evitando così che si possano creare rigonfiamenti e rotture del film applicato.

Se il ferro da trattare avesse finitura protettiva zincata e dovesse essere ripristinata la stessa finitura superficiale, dopo il processo di pulitura e eventualmente di sabbiatura e di rimozione di eventuali ossidazioni, si metterà in opera la protezione zincata (a spruzzo o a pennello) e si ripristinerà la vernice finale.

La direzione lavori sceglierà il tipo di vernice finale tra quelle più adatte per composizione chimica e per finitura superficiale, tenendo nella giusta considerazione anche le caratteristiche dell'ambiente e le condizioni di esercizio del manufatto metallico.

Altri tipi di interventi

Art. 35. Intonaci nuovi e riprese di intonaco

Generalità

Gli intonaci dovranno essere eseguiti in condizioni climatiche adeguate, onde evitare gelature o rapide asciugature dell'acqua presente nella malta.

La muratura di supporto dovrà essere accuratamente preparata e liberata dai residui provenienti dalla stuccatura dei giunti. Prima di stendere l'intonaco, le superfici dovranno essere bagnate in modo da non bruciare l'impasto che verrà posato.

Il primo strato di intonaco, ossia il rinzafo, verrà steso eseguendo dapprima le fasce con funzione di guida; la sua posa sarà eseguita energicamente, in modo che possa penetrare bene e aderire al supporto e soprattutto nei giunti. A presa avvenuta del rinzafo, ma quando esso non sia ancora completamente asciutto, si stenderà l'arriccio mediante cazzuola e fratazzo, avendo cura di sigillare ogni fessura presente e di dar vita a una superficie più liscia. Il terzo strato, anche questo eseguito a supporto non completamente asciutto, costituirà lo strato finale e pertanto dovrà conquistare tutti i livelli delle fasce guida e risultare privo di avvallamenti.

A lavorazione conclusa, l'intonaco deve presentarsi con spessore di 1,5-2 cm, complanare, privo di fessure e di irregolarità e dovrà avere gli spigoli concavi e convessi ben eseguiti e lavorati.

Nel caso si faccia uso di calce, questa dovrà essere usata a distanza di 90 giorni dallo spegnimento.

La finitura dell'intonaco potrà essere a grana liscia, a buccia d'arancia, graffiato o altro, secondo le disposizioni impartite dalla direzione lavori.

Prima di intervenire su intonaci esistenti in parte crollati, dovranno essere approfondite e indagate le ragioni del crollo e ne andranno rimosse le cause, siano esse strutturali che di altro genere.

Si dovrà approfondire la composizione dell'intonaco esistente in maniera da fornire un valido supporto alla scelta della composizione dell'intonaco da reintegro, così che esso sia il più possibile simile nella consistenza, nelle caratteristiche e negli effetti visivi finali, secondo quanto previsto in progetto o quanto disposto in sede di cantiere.

Particolare rilievo avranno le informazioni desunte dalle analisi relative al numero di strati con cui era stato realizzato e alle diverse componenti presenti in ogni singolo strato.

Intonaci e riprese di intonaco a base di calce

L'appaltatore procederà alla preparazione del supporto, il quale dovrà essere esente da fenomeni di umidità o da residui di risalita, dovrà essere pulito da efflorescenze o da patine degradanti e dovrà presentarsi sufficientemente rugoso e scabro così da favorire una migliore adesione. In caso la superficie fosse liscia, si dovrà procedere a renderla rugosa mediante martellinatura leggera.

Per evitare l'assorbimento repentino dell'acqua presente nella nuova malta di intonaco, le murature saranno sufficientemente bagnate mediante pennello, evitando eccessi di ristagno d'acqua; se necessario si procederà a interventi di riadesione degli intonaci preesistenti al loro supporto o alla realizzazione di bordature che facciano aderire gli estremi residui.

La malta verrà predisposta secondo le disposizioni della direzione lavori, facendo uso di contenitori puliti e dosando adeguatamente le parti; sarà opportuno cominciare utilizzando solo una parte dell'acqua necessaria e aumentandone gradatamente il dosaggio, in modo da evitare impasti troppo fluidi o troppo duri: tali impasti dovranno essere realizzati con piccole betoniere o manualmente su tavolati di legno; gli inerti saranno aggiunti secondo le prescrizioni, preferendo negli strati inferiori inerti a maggiore granulometria. Considerati i tempi lunghi per la presa della calce, si potrà operare sugli strati inferiori con calce idraulica e pozzolana o cocchiopesto oppure ancora con sabbione (due parti di grassello di calce, una parte di calce idraulica e nove parti di inerti); sugli strati di finitura si opererà con il grassello di calce e l'aggiunta di inerti a piccola granulometria, ad esempio sabbia vagliata: in ogni caso il grassello dovrà essere adeguatamente stemperato prima dell'uso e si dovrà avere cura di tenere sempre bagnata la superficie dei singoli spessori per evitare la formazione di cretti e cavillature.

Gli strati inferiori saranno eseguiti come rinzafo e pertanto la superficie sarà irregolare, consentendo così l'adesione degli strati superiori. Dopo alcuni giorni, previa bagnatura, si eseguirà lo strato di arriccio (quattro

parti di grassello di calce, una parte di calce idraulica, dieci parti di sabbia vagliata). L'ultimo strato sarà costituito da lavorazione finale con fratazzo, così da uniformare le complanarità e i punti di contatto tra il vecchio e il nuovo intonaco. La superficie finale dovrà presentarsi scabra, così da consentire l'eventuale realizzazione del velo finale (colletta di calce).

Per gli intonaci interni può essere consentito l'impiego di calce aerea idrata in polvere, assolutamente inadatta per gli esterni a causa del suo alto potere di assorbimento.

Intonaco e riprese di intonaco civile

L'esecuzione di intonaco nuovo o la reintegrazione di intonaco civile, ferme restando tutte le considerazioni generali, sarà eseguita a due strati: il primo costituirà la base e il secondo la finitura e verrà eseguito quando gli spessori non siano rilevanti e su murature non di pregio.

L'intonaco di fondo, salvo diverse prescrizioni, sarà ottenuto con una parte di calce idraulica, 0,10 parti di cemento bianco e 2,5 parti di sabbione a diversa granulometria; lo strato finale sarà costituito da una parte di calce idraulica e due parti di sabbione a minore granulometria.

Le superfici, prima della posa, saranno inumidite per la posa dello strato di fondo.

Successivamente, con cazzuola sarà steso lo strato finale il quale verrà lavorato con fratazzo in legno o con spugnatura, a seconda del tipo di finitura che si desidera ottenere.

Intonaci e riprese di intonaco colorato in pasta

L'esecuzione di intonaci o integrazioni di intonaco già colorato in pasta prevedono l'impiego di un impasto che sarà costituito da malta di calce aerea e sabbia fine, pigmentate con materiali naturali (preferibilmente mediante macinatura di pietre o mediante terre naturali). Il supporto dovrà essere opportunamente bagnato e preparato, dopo di che si procederà con lo strato di rinzafo (una parte di calce idraulica naturale e tre parti di sabbia grossolana), poi con lo strato di arriccio (una parte di calce idraulica e due parti di sabbia a media granulometria) opportunamente lavorato con fratazzo, infine con lo strato di finitura pigmentato (spessore 3-4 mm) ottenuto con una malta morbida ma non fluida costituita prevalentemente da grassello di calce con aggiunta di una piccola quantità di calce idraulica naturale. Verranno aggiunti inerti a grana fine e prodotti per la pigmentazione.

Saranno eseguite campionature preventive per valutare la colorazione a asciugatura avvenuta, annotando ogni elemento utile atto a riproporre la miscelazione delle parti.

La superficie finale sarà trattata con fratazzo metallico, con spugne o con altri utensili in grado di condurre all'ottenimento delle finiture previste.

Art. 36. Conservazione e restauro di intonaci

Riadesione di intonaci distaccati mediante iniezioni di miscele leganti

L'appaltatore, in presenza di intonaci, anche affrescati, che manifestino distacchi dalle pareti di supporto, dovrà intervenire con operazioni che tendano alla loro riadesione alla muratura.

Con semplice battitura lieve eseguita manualmente, egli individuerà le aree di distacco segnandole con gesso in corrispondenza del perimetro della zona di gonfiatura; se necessario, saranno eseguite indagini più specifiche, ad esempio la termografia, che restituirà un diagramma accurato dello stato di adesione dell'intonaco. In caso siano presenti fessure, queste dovranno essere sigillate per evitare che la malta di adesione possa fuoriuscirne. Verranno individuati opportuni punti in cui eseguire piccoli fori con trapano a mano, distribuiti adeguatamente sulla superficie di distacco a una distanza di circa 50 cm l'uno dall'altro. Dopo aver aspirato i residui di polvere, si inietterà una piccola quantità di acqua demonizzata, sia per verificare la presenza di inopportuni canali di fuoriuscita che per inumidire il supporto e ridurre l'assorbimento repentino dell'acqua presente nella malta: attraverso tali fori, procedendo per piccole aree, verrà fatta colare, mediante siringhe di plastica, la malta evitando forti pressioni che potrebbero aumentare il

distacco; potrà invece rivelarsi utile esercitare una leggera pressione sull'intonaco, così da migliorare l'adesione.

L'appaltatore procederà alla pulizia dell'eventuale malta di rifiuto e alla chiusura dei fori con piccoli tappi di gomma; avrà cura di eseguire con uniformità le iniezioni, così da favorire una omogenea distribuzione della malta all'interno dell'area di distacco. La malta iniettata sarà composta da due parti di calce aerea naturale e una parte di metacaolino pozzolanico o cocciopesto; in alternativa potrà usare grassello di calce e carbonato di calcio e, se necessario, la malta potrà essere additivata con resine acriliche a funzione colloidale.

Qualora si debba operare all'interno di ambienti su distacchi minimi, sarà utile intervenire con latte di calce e aggiunta di caseina di latte.

Riadesione di intonaci distaccati mediante armatura in microbarre

La riadesione di intonaci distaccati mediante armatura in microbarre prevede che l'appaltatore esegua tutti i lavori preparatori descritti al punto precedente; essa sarà eseguita allorquando non siano sufficienti le semplici iniezioni.

Nei fori designati dalla direzione lavori, realizzati in maniera da coinvolgere anche il supporto murario, l'appaltatore inserirà microbarre in acciaio inox oppure in vetroresina, provvedendo alla sigillatura successiva.

Riadesione di intonaci distaccati mediante depressione

La riadesione di intonaci distaccati mediante depressione prevede che si possano eseguire forature sull'intonaco, parte delle quali utilizzabili realizzando gli interventi di iniezione e di armatura descritti in precedenza.

Mediante pompe aspiranti regolabili, l'appaltatore eliminerà l'aria presente a tergo dell'intonaco distaccato creando quel vuoto che servirà a fare aderire l'intonaco alla parete mediante l'azione combinata della malta iniettata che, con la presa, consentirà all'intonaco di raggiungere una coerenza con il supporto murario.

Bordatura di lacune di intonaco

La bordatura di lacune di intonaco è prevista quando nel progetto le lacune di intonaco siano lasciate in vista: in questo caso infatti, i bordi dovranno essere restaurati e rifiniti in modo che nel tempo siano impediti infiltrazioni dannose o il progredire dei distacchi.

L'appaltatore dovrà procedere rimuovendo le parti cadenti e fortemente decoese e facendo aderire l'intonaco esistente al supporto nel caso in cui si dovessero presentare aree di distacco dalla muratura.

Le superfici saranno opportunamente lavate e pulite, in modo da eliminare ogni segno di salinità e di efflorescenza, e saranno altresì eliminate tutte i fattori degradanti derivanti dall'esterno.

L'insorgenza di ulteriore degrado dell'intonaco nei punti in cui sono presenti lacune sarà arginato facendo aderire il bordo dell'intonaco stesso alla muratura di supporto, dando particolare cura al profilo del bordo stesso che dovrà consentire lo scivolamento delle acque meteoriche.

L'appaltatore dovrà indagare sulle caratteristiche della muratura e più approfonditamente sulla composizione dell'intonaco preesistente: preparerà la malta di rifinitura con calce idraulica e con grassello di calce (per un totale di 1,5 parti, con prevalenza di grassello) e caricherà il legante con sabbia lavata e vagliata o con metacaolino. Si potrà sostituire la calce idraulica con cemento bianco per aumentare le proprietà meccaniche. Si procederà quindi alla spalmatura per tratti, facendo uso di spatoline e di ogni altro utensile sia in grado di costipare la malta tra bordo dell'intonaco e muratura.

Art. 37 – Restauro degli apparati decorativi – Generalità

I lavori di restauro degli apparati decorativi saranno sempre finalizzati alla conservazione dell'esistente; l'appaltatore dovrà, quindi, evitare demolizioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. ove essi risultino alterati e degradati in maniera irreversibile. Le eventuali opere di ripristino saranno effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo le parti originarie da quelle ricostruite al fine di evitare la falsificazione di preziose testimonianze storiche. I materiali da utilizzare per il restauro ed il ripristino dovranno possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica il più possibile simili a quelle dei materiali preesistenti; sarà, in ogni caso, da preferire l'impiego di materiali e di tecniche appartenenti alla tradizione dell'artigianato locale.

L'appaltatore provvederà ad eseguire tutte le lavorazioni incluse in questo articolo esclusivamente tramite il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche".

Prima d'iniziare le lavorazioni sarà cura dell'appaltatore, ove richiesto dagli elaborati di progetto, fornire:

- a) La documentazione storica archivistico-iconografica in grado di fornire i dati sulla "storia" dell'oggetto, sulle modificazioni e sugli interventi subiti. La documentazione, oltre a contribuire alla conoscenza dell'oggetto e delle sue trasformazioni fisiche e/o estetiche, sarà uno strumento indispensabile a stabilire e valutare l'estensione delle diverse operazioni a cui l'opera dovrà essere sottoposta durante l'intervento di restauro. Sarà necessario che tale documentazione venga prodotta a diretto contatto delle opere e sarà la base sulla quale, una volta acquisiti tutti i dati conoscitivi indicati negli interventi di studio preliminari si potranno prendere le decisioni definitive sull'intervento. Potrà essere richiesto di allegare alla documentazione delle schede di utili per riportare le informazioni difficilmente restituibili graficamente.
- b) La documentazione fotografica da eseguire durante tutte le fasi del lavoro di restauro fino alla documentazione del risultato finale. Tale documentazione, in B/N e/o a colori, testimonierà la situazione precedente all'intervento, sarà garante delle tecniche e delle metodologie adottate e documenterà lo stato dei lavori in corso. Dovrà essere eseguita secondo le tecniche di ripresa e di stampa rispondenti alle particolari esigenze legate al campo della conservazione. Sarà compito dei restauratori indicare al fotografo il tipo di dettaglio a cui si vuole dare risalto e l'organizzazione del materiale da consegnare.
- c) La documentazione grafica e tutte le informazioni occorrenti sullo stato di conservazione e sulle tecniche di esecuzione di interventi precedenti. Sarà compito dell'appaltatore la rappresentazione, su una base grafica, delle seguenti informazioni derivate dall'analisi visiva del manufatto: – rilevamento dello stato di conservazione; – rilevamento degli interventi precedenti; – rilevamento delle tecniche di esecuzione; – compilazione di schede di restauro e/o relazioni.
- d) Il rilievo da eseguire nella scala idonea in base alle dimensioni dell'oggetto e/o alla definizione di dettaglio.
- e) Le indagini conoscitive e diagnostiche da eseguire con modalità e finalità differenti prima, durante ed alla fine dell'intervento, si possono sintetizzare in: analisi dei materiali costitutivi e della tecnica di esecuzione, analisi dei prodotti di deterioramento, controllo degli interventi conservativi. Le analisi andranno eseguite secondo le modalità descritte negli articoli del Capo III del presente capitolato.
- f) I saggi di prova per la messa a punto dell'intervento. Tramite l'esecuzione dei saggi si verificheranno sia le informazioni acquisite nel corso degli studi preliminari che le ipotesi metodologiche formulate.

Movimenti e trasporti – All'appaltatore potrà essere richiesto di rimuovere gli apparati decorativi per trasportarli presso laboratori specializzati. Questo genere di operazioni richiederà l'intervento di ditte specializzate. Al fine di operare sempre nella massima sicurezza sarà necessario ed indispensabile affidarsi all'assistenza ed al coordinamento da parte del restauratore professionista anche nei casi in cui le movimentazioni siano eseguite da ditte specializzate. Di competenza esclusiva del restauratore sarà anche il posizionamento ed il montaggio del manufatto su supporti o su strutture di sostegno. Per supporto s'intende la base su cui il manufatto integro verrà esposto, mentre per struttura di sostegno s'intende una struttura atta

a restituire equilibrio e integrità a opere frammentarie le cui parti mancanti non siano integrabili secondo la forma originale.

Rimozione di frammenti e loro catalogazione – Alcune lavorazioni relative alla rimozione di depositi incoerenti e coerenti potranno risultare necessarie e indispensabili complessivamente o singolarmente per la corretta esecuzione dell'intervento di restauro. La decisione di eseguire o meno ciascuna di esse rientra nei compiti della direzione dei lavori che terrà conto dello specifico stato di conservazione del manufatto che si sottopone a restauro. Le rimozioni dovranno consentire, oltre al raggiungimento della propria finalità intrinseca, anche una ricognizione puntuale delle zone sulle quali si ritenga necessario intervenire con operazioni finalizzate a preconsolidare e proteggere le superfici in previsione delle successive fasi di pulitura e restauro.

In quest'ottica il "ristabilimento parziale della coesione", detto anche "preconsolidamento", andrà applicato a quelle parti di materiale disgregato o polverizzato, visibili già nella fase iniziale o individuate dopo la rimozione di depositi incoerenti, che potrebbero essere compromesse con la pulitura. Tutte queste operazioni vengono definite parziali o temporanee perché limitate a garantire il requisito di solidità minimo indispensabile a consentire la pulitura senza comprometterne l'esito. Il ripristino completo della coesione così come la stuccatura e la microstuccatura definitive saranno oggetto di fasi successive dell'intervento.

Nel corso di queste lavorazioni potrà essere richiesta anche l'applicazione e la rimozione di bendaggi protettivi; data la funzione di sostegno, la superficie da bendare eccederà sempre l'estensione del fenomeno di degrado che ne richiede l'applicazione.

Altro onere per l'appaltatore sarà costituito dall'inventario e all'archiviazione dei frammenti e degli elementi rimossi che dovranno essere conservati. La valutazione di queste opere, se non comprese nella perizia di spesa, avverrà caso per caso esaminando la tipologia, la quantità e le difficoltà tecniche di rimozione dei frammenti o degli elementi in oggetto.

Consolidamento – Le operazioni di consolidamento saranno successive o potranno alternarsi a quelle di pulitura o di rimozione degli attacchi biologici; esse consisteranno nel ristabilimento della coesione di parti disgregate o polverizzate, che vengono progressivamente portate alla luce dalla rimozione dello sporco e delle incrostazioni (croste nere, strati carbonatati, scialbature posticce, attacchi biologici,...); con l'avanzare della pulitura, potranno essere trattate anche vaste aree di materiale degradato. La riadesione nei fenomeni di scagliatura e di esfoliazione verrà eseguito in maniera puntuale mediante l'incollaggio con resine e/o mediante iniezioni di malta idraulica.

Diserbo e trattamenti biologici – La lavorazione comprenderà una serie di operazioni che andranno dalla stesura del prodotto erbicida o biocida, alla successiva rimozione dello stesso prodotto includendo la pulitura meccanica delle superfici dagli attacchi biologici o da quelli di erbe e radici infestanti devitalizzate. Le operazioni relative a queste lavorazioni potranno alternarsi a quelle di consolidamento e pulitura. Le voci prescritte richiederanno ciascuna un determinato numero di cicli di applicazione". Nel corso delle lavorazioni andrà considerato il fatto che i manufatti conservati all'aperto sia in zone urbane che extraurbane, il cui restauro preveda tempi superiori alla durata di un anno, o contempli campagne stagionali per un periodo complessivo di alcuni anni, sono più facilmente soggetti al rinnovarsi degli attacchi biologici e alla crescita di erbe e piante infestanti. Pertanto in questi casi le operazioni in oggetto potranno essere ripetute più volte nel corso dei lavori.

Lavori di pulitura – Una complessità diversa caratterizzerà i diversi tipi di pulitura che si potranno eseguire. Tale complessità varierà in funzione della natura e delle caratteristiche di spessore e solubilità dei materiali da rimuovere, dei materiali costitutivi del manufatto, del loro stato di conservazione e della loro resistenza all'azione chimico-fisica che la stessa pulizia potrà esercitare. Sulla stessa unità di superficie si potranno sovrapporre diversi metodi di pulitura, che spesso andranno ripetuti alternandosi l'uno all'altro. Tutto ciò in relazione al fatto che le sostanze inquinanti sovrapposte al materiale lapideo potranno avere sia una composizione eterogenea che un notevole spessore ed un diverso grado di resistenza da zona a zona. La pulitura avverrà in queste zone in maniera graduale, utilizzando dapprima i metodi più adatti alla solubilizzazione delle sostanze meno resistenti ed affrontando in seguito, progressivamente e in maniera specifica, le stratificazioni sottostanti, in modo da recuperare la superficie originale senza comprometterla. Nell'uso di sistemi di nebulizzazione e di atomizzazione sono inclusi gli oneri relativi alla canalizzazione delle acque di scarico ed alla protezione delle superfici circostanti tramite teli di plastica e grondaie.

Rimozione di stuccature applicate in precedenti interventi – Saranno compresi nei lavori le operazioni relative alla rimozione di stuccature eseguite con diversi materiali, e di elementi metallici fissati con diversi adesivi o malte. Rifacimenti più estesi e inserti in pietra saranno considerati compresi tra le stuccature, e come tali verranno trattati qualora gli elaborati di progetto ne prevedano la rimozione. Non è compresa fra

queste opere la rimozione di inserti in pietra, di fasce, di cerchiature o di grosse staffe applicate in precedenti interventi, compresi i perni prigionieri.

Policromie – Quando l'intervento conservativo dovrà essere eseguito su parti decorate con policromie, anche se presenti solo in tracce, l'appaltatore dovrà eseguire delle analisi specifiche per il trattamento degli strati di policromia. Il criterio che guiderà le operazioni di pulitura sarà lo stesso della pulitura delle altre parti, con l'esclusione di tutte quelle tecniche che potrebbero danneggiare le decorazioni. Si potranno utilizzare soluzioni di sali inorganici con una specifica caratterizzazione in relazione alla maggiore o minore difficoltà di rimuovere lo sporco o in funzione dello spessore e della coerenza dello strato da asportare e della sua adesione alla superficie originale.

– Dipinti murali

Qualora venisse richiesto il restauro “in situ” di dipinti murali, l'appaltatore dovrà fare ricorso esclusivamente a tecnici specializzati e, salvo diverse prescrizioni, avrà cura di:

- rimuovere con ogni cautela tutti gli elementi decorativi o le sovrastrutture che, ad insindacabile giudizio della D.L. risultano estranei all'opera;
- fissare preventivamente le scaglie di colore decoese con i sistemi richiesti dagli elaborati di progetto o richiesti dalla D.L.;
- consolidare le parti distaccate con le tecniche prescritte.

I restauri andranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino la modernità in modo da distinguerli dagli originali; inoltre, l'appaltatore avrà l'obbligo di non realizzare alcuna ripresa decorativa o figurativa in quanto non dovrà ispirarsi ad astratti concetti di unità stilistica e tradurre in pratica le teorie sulla forma originaria del manufatto.

L'appaltatore potrà impiegare uno stile che imiti l'antico solo nel caso si debbano riprendere espressioni geometriche prive d'individualità decorativa. Se si dovessero utilizzare le “Sostanze impregnanti” previste dal presente capitolato, essi dovranno essere esclusivamente di tipo reversibile e diluiti con acqua o con il prescritto solvente in base al rapporto di diluizione richiesto dalla D.L.

Qualora gli adesivi si dovessero additivare o caricare con sostanze inerti, esse dovranno essere di tipo esclusivamente inorganico (carbonato di calcio, sabbia fine ed altri materiali simili esenti da sali e da impurità). Le malte di calce e sabbia da usare per iniezioni consolidanti, dovranno essere additivate, se prescritto, con additivi sintetici o minerali ad azione leggermente espansiva. In ogni caso adesivi, additivi, dosi e metodologie saranno prescritti dalla D.L. in base alle analisi preliminari riportate dall'art. “Indagini preliminari ai lavori di restauro” del presente capitolato. L'appaltatore, se richiesto, provvederà a reintegrare eventuali parti mancanti mediante una stuccatura a livello con malte dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle dell'intonaco originario. Gli interventi di integrazione o uniformazione pittorica, saranno decisi dalla D.L. che in ogni caso adotterà criteri di riconoscibilità e reversibilità. L'appaltatore, a lavori conclusi, sarà tenuto a proteggere le superfici oggetto dell'intervento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

– Materiali lapidei di rivestimento

I lavori di restauro di elementi lapidei di notevole valore storico artistico dovranno essere eseguiti con le metodologie ed i materiali prescritti dall'art. “Trattamenti protettivi” del presente capitolato ed attenendosi alle “Note sui Trattamenti Conservativi dei Manufatti Lapedei” elaborate dal Laboratorio Prove sui Materiali ICR Roma 1977. L'appaltatore, accertato mediante le prescritte analisi lo stato di conservazione del manufatto, dovrà variare le modalità di intervento in relazione al tipo di degrado.

Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici microfessurate e a scaglie, queste ultime, prima dell'esecuzione della pulizia, dovranno essere fissate con i prescritti adesivi. L'appaltatore, inoltre, dovrà eseguire le velature facendo aderire la carta giapponese alle scaglie mediante resine reversibili diluite in trichloro-etano. Infine, consoliderà l'intera struttura dell'elemento lapideo iniettando le stesse resine meno diluite.

Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici fessurate in profondità e ricoperte da ampie scaglie, l'appaltatore dovrà fissare le parti instabili con adeguati sistemi di ancoraggio (vincoli meccanici di facile montaggio e rimozione, strutture lignee, ecc.).

Quindi, completate le lavorazioni, dovrà consolidare l'elemento lapideo con i sistemi ed i materiali prescritti e provvedere alla rimozione delle strutture di protezione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile, prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

– Conservazione di decorazioni a stucco

Prima di procedere a qualsiasi intervento di conservazione l'appaltatore dovrà effettuare una verifica preliminare dello stato di conservazione delle decorazioni (indagine visiva, chimica e petrografica). Il quadro patologico andrà restituito tramite specifica mappatura in grado di identificare soluzioni di discontinuità: distacchi, fessurazioni, lesioni, deformazioni, ecc.

Solo successivamente potrà procedere con i lavori di pulitura, consolidamento e protezione.

Ove non siano prescritte negli elaborati di progetto, saranno da evitare lavori di integrazione, di sostituzione e di rifacimento delle parti mancanti.

Pulitura – Andrà eseguita utilizzando spazzole morbide, gomme, bisturi, aspiratori di polveri, acqua distillata e spugne. In alcuni casi potrà essere impiegata la pulitura di tipo fisico per mezzo di sistemi laser. Eventuali depositi carboniosi, efflorescenze saline, croste scure andranno eliminate con impacchi a base di carbonato di ammonio e idrossido di bario. Il tutto sarà eseguito come prescritto all'art. "Metodi per la pulitura degli edifici monumentali del presente capitolato".

Consolidamento – L'appaltatore provvederà alla riparazione delle crepe e delle fessurazioni impiegando impasti a base di calce aeree o idrauliche, di malte tradizionali in grassello di calce, di inerti selezionati, di resine acriliche e, solo dietro specifica autorizzazione della D.L. di resine epossidiche bicomponenti. Gli eventuali distacchi fra le decorazioni ed il supporto potranno essere colmati tramite iniezioni impiegando le malte prescritte (leganti idraulici e inerti selezionati). In alternativa la D.L., conformemente agli elaborati di progetto, potrà chiedere di utilizzare specifici consolidanti chimici o di ricorrere a sistemi di ancoraggio utilizzando microbarre d'armatura in vetroresina, ottone filettato, titanio o altri materiali prescritti in progetto. Eventuali parti completamente distaccate dovranno essere riposizionate, solo dopo essere state consolidate con i sistemi richiesti, fissandole con le microbarre d'armatura.

Protezione – La protezione finale degli stucchi dovrà essere effettuata tramite l'applicazione di prodotti diversificati in base al tipo di degrado. Per manufatti ben conservati e non direttamente esposti ad agenti atmosferici, si potranno applicare scialbi all'acquarello o pigmenti in polvere (eventualmente utili a ridurre l'interferenza visiva nel caso di manufatti monocromi, policromi o dorati), cere microcristalline. Per gli stucchi non ben conservati e non esposti a forte umidità si potranno applicare resine acriliche in soluzione; idrorepellenti silossanici; per i manufatti esposti e facilmente aggredibili da acque meteoriche e dall'umidità prima della protezione finale si potranno effettuare scialbature con pigmenti in polvere.

Per maggiori dettagli sulle singole lavorazioni si farà riferimento ai seguenti articoli del presente capitolato: consolidamento di manufatti edili, impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi, ripristino di intonaci distaccati mediante iniezioni a base di miscele leganti, ripristino di decorazioni distaccate mediante microbarre d'armatura, stuccatura e trattamento delle lacune.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

– Stuccature e trattamento delle lacune

Gli impasti utilizzabili per le stuccature dovranno essere simili ai preparati da iniettare nelle zone distaccate. L'appaltatore dovrà scegliere aggregati che non contrastino eccessivamente, per colore, granulometria, con l'aspetto della malta esistente, dovrà rendere spalmabile l'impasto a spatola diminuendo la quantità di acqua o aggiungendo della silice micronizzata e dovrà evitare di usare malte di sola calce aerea e sabbia, che possono dar luogo, sulle parti limitrofe, ad aloni biancastri dovuti alla migrazione di carbonato di calcio.

L'appaltatore potrà utilizzare un impasto di grassello di calce e di polvere di marmo o di cocchiopesto, opportunamente additivati. Se le fessure sono profonde si procede al riempimento dapprima con uno stucco di malta idraulica (formato da grassello di calce con aggregati grossolani di cocchiopesto o pozzolana), per rifinire poi la parte superficiale con un impasto più fine. Per lesioni strutturali si potranno utilizzare, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., miscele a base di malte epossidiche, che tuttavia possiedono un modulo elastico molto alto e presentano una scarsa resistenza all'azione dei raggi ultravioletti; non sarà consentita la loro applicazione in superficie, ma solo ed esclusivamente per stuccature profonde in qualità di adesivi strutturali.

Per le zone dove sono presenti delle lacune l'appaltatore potrà intervenire, conformemente alle prescrizioni di progetto o alle indicazioni della D.L., con le seguenti metodologie conservative.

Un sistema prevede la ricostituzione dell'omogeneità e della continuità della superficie intonacata; l'altro richiederà di mantenere la disomogeneità dell'elemento.

Nel primo caso l'appaltatore applicherà un intonaco compatibile con il materiale esistente in modo da ricostituire non tanto un'omogeneità estetica della facciata, quanto la continuità del rivestimento. Per sottolineare la discontinuità dei materiali invece applicherà i rappezzi in leggero sottosquadro, in modo da differenziarli ulteriormente e da renderli immediatamente leggibili come diversità. In questo caso sarà la muratura ad essere trattata in modo da recuperare il grado di protezione di cui è stata privata dalla caduta del rivestimento; l'appaltatore provvederà alla sigillatura dei bordi delle zone intonacate in modo da evitare infiltrazioni d'acqua e la formazione di depositi inquinanti.

Alle malte da impiegare per la realizzazione dei rappezzi sarà richiesta la compatibilità dei componenti, soprattutto per quanto riguarda il comportamento rispetto alle variazioni di temperatura, di umidità e di permeabilità all'acqua ed ai vapori.

Si potranno impiegare malte composte da grassello di calce, polveri di marmo o altri aggregati, mescolati, se richiesto a granuli di cocchiopesto. A questi impasti possono essere mescolati composti idraulici o resine acriliche al fine di conferire l'idraulicità e di evitare un ritiro troppo pronunciato con conseguente comparsa di fessurazioni.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

– Fissaggio di decorazioni distaccate mediante microbarre d'armatura

Nell'ispezionare le decorazioni ed individuare le parti in via di distacco, l'appaltatore avrà l'obbligo di puntellare le zone che potrebbero accusare notevoli danni a causa delle sollecitazioni prodotte dai lavori di restauro. Quindi, dovrà:

- praticare delle perforazioni aventi il diametro e la profondità prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L.;
- aspirare mediante una pompetta di gomma i detriti e la polvere;
- iniettare all'interno del foro una miscela di acqua/alcool in modo da pulire la sua superficie interna ed umidificare la muratura;
- applicare nel foro un batuffolo di cotone;
- provvedere alla sigillatura delle zone in cui si siano manifestate, durante la precedente iniezione, perdite di liquido;
- iniettare, se richiesto, una soluzione a base di adesivi acrilici in emulsione (prime);
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, una parte della miscela idraulica in modo da riempire il 50% circa del volume del foro;
- collocare la barra d'armatura precedentemente tagliata a misura;
- iniettare la rimanente parte di miscela idraulica evitando che pericoli lungo le superfici esterne.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

Materiali in pietra naturale e artificiale per pavimenti e rivestimenti

I materiali in pietra naturale e artificiale dovranno corrispondere alle prescrizioni di progetto o alle indicazioni impartite in sede di direzione lavori. Essi dovranno essere di prima scelta, del tipo indicato per colore, grana, venatura, forma, finitura e dimensione.

Prima di iniziare la posa, l'appaltatore provvederà a predisporre un numero adeguato di campioni che saranno sottoposti per l'accettazione alla direzione lavori; i campioni prescelti saranno contrassegnati e depositati in cantiere in maniera che possano costituire elemento di riferimento.

Nel caso non vi siano disegni costruttivi dettagliati, spetterà alla direzione lavori disporre il tipo di posa, la pezzatura, l'andamento delle venature, la finitura.

Si potranno avere lavorazioni di posa a macchia aperta, ad andamento ortogonale a scacchiera o altro e, in superficie, si potranno disporre lavorazioni a piombo, a grana fine, a grana media e a grana grossa, a seconda del caso specifico.

I bordi degli elementi non dovranno presentare scheggiature e sbeccature e dovranno presentarsi con taglio netto e preciso e finitura a grana fine, così da favorire i giunti serrati: perciò, qualora dovessero presentare qualche difetto, gli elementi dovranno essere immediatamente scartati.

Le rilevazioni di cantiere per disporre gli adattamenti dei disegni saranno effettuate a cura e spese dell'appaltatore.

La posa finale dovrà essere eseguita senza risalti e senza difetti, completamente complanare.

Art. 38 - Pavimenti nuovi e integrazione di vecchi pavimenti

Generalità

La posa di pavimenti, di qualunque genere essi siano, deve avvenire seguendo scrupolosamente le disposizioni della direzione lavori, sia per quel che riguarda i materiali impiegati che per quel che riguarda la disposizione geometrica, eliminando ogni risalto o irregolarità; sarà pertanto eseguita da personale specializzato.

I sottofondi saranno spianati adeguatamente e potranno essere massetti a base di calcestruzzo idraulico o cementizio oppure gretonati, in ogni caso di spessore di almeno 4 cm, lasciati stagionare per almeno 10 giorni così da evitare la formazione di lesioni. Qualora si dovessero presentare lesioni, queste saranno sigillate con un beverone formato da latte di calce o di cemento. Per massetti leggeri si farà uso di pomice. Successivamente, l'appaltatore eseguirà la malta di allettamento componendola con calce idraulica e stendendola per uno spessore di almeno 1-2 cm; l'appaltatore avrà l'obbligo di presentare alla direzione lavori i campioni prescritti.

Per pavimenti esistenti egli dovrà effettuare le opportune indagini per identificare i materiali adoperati e le tecniche già in opera. Il pavimento finito dovrà risultare ben aderente al sottofondo e dotato di giunti regolari, così da evitare inopportuni dislivelli localizzati e non complanarità; dovrà altresì arrivare almeno al contatto con l'intonaco, meglio se inserito al di sotto.

Per almeno 10 giorni dopo la posa dovrà essere impedito l'accesso e l'appaltatore risponderà a propria cura e spese di ogni eventuale danneggiamento.

Il pavimento dovrà essere consegnato completamente pulito e privo di macchie.

Pavimenti in laterizio

I pavimenti in laterizio potranno essere realizzati con mattoni disposti in piano o a coltello, con sestini, con pianelle o con mattonelle prodotte specificamente per pavimentazioni.

La posa dei mattoni deve avvenire su malta grassa, sopra la quale saranno disposti i singoli elementi seguendo le indicazioni di progetto (a file parallele, a spina di pesce, ecc.).

Per piastrelle in cotto, si procederà con metodo in umido predisponendo la malta secondo le disposizioni e le indicazioni della ditta produttrice: in ogni caso, nella posa si avrà cura di bagnare gli elementi di laterizio

fino a saturazione per evitare di bruciare la malta; si dovranno altresì comprimere i mattoni, allineare le commettiture e livellare il piano.

L'appaltatore procederà alla stuccatura mediante malta di calce o di cemento, eventualmente pigmentate.

Nel caso in cui il materiale e la direzione lavori lo prevedano, a presa avvenuta procederà all'arrotatura, alla levigatura e alla lucidatura (o ceratura).

Nel caso vengano impiegate piastrelle già lavorate in superficie, occorrerà eseguire solo il trattamento finale mediante ceratura, seguendo le indicazioni disposte in cantiere.

Pavimenti in marmette cementizie o in graniglia di cemento e in lastre di marmo

Le marmette bagnate fino a saturazione, eseguito il massetto cementizio e stesa la malta di allettamento, anche questa cementizia, saranno posate con cura, assicurando la complanarità e l'allineamento dei giunti (i quali non dovranno superare 1 mm), in modo che non si abbiano a creare disallineamenti e irregolarità.

Gli elementi saranno pressati così da farli aderire al letto e da espellere l'acqua in esubero.

Successivamente, si procederà alla stuccatura con boiaccia di malta cementizia a basso dosaggio di inerti in polvere, eventualmente colorata, stendendola nelle due direzioni con l'apposito spatolone gommato a forma di rastrello e tenendo umido l'ambiente per almeno 3-4 giorni. A presa completa, si effettueranno l'arrotatura e la levigatura, mediante macchine a mola di carborundum e facendo uso di acqua e pomice come liquido e sospensione d'ausilio. Potranno essere adoperate marmette in graniglia già preleviate, le quali richiederanno solo la lucidatura: in questo caso la posa potrà avvenire con malte additivate con lattice colorato, fornite direttamente dalle ditte produttrici, o con collanti da stendere con apposita spatola dentata. Se prevista, l'ultima operazione, a pavimento pulito e asciutto, sarà la ceratura o la lucidatura a piombo.

Pavimenti in marmoresina

Si intendono per marmoresine quelle piastrelle ottenute con resine poliesteri e frammenti di marmi, di quarzi o di graniti, disposti su rete in fibra di vetro e posti in forni a cottura 240°C: si otterranno così piastrelle da lucidare in fabbrica dotate di elevata resistenza agli urti, alle basse temperature e alle abrasioni.

La posa sarà effettuata mediante collanti stesi con spatola a filo intero e la stuccatura con prodotti forniti dalle stesse ditte produttrici.

L'appaltatore avrà cura di non creare inopportuni risalti e dislivelli, verificando continuamente la complanarità.

Pavimenti in piastrelle di ceramica o in gres porcellanato

La posa delle piastrelle di ceramica, sul massetto stagionato, sarà eseguita su uno strato di malta ben costipata con funzione anche di livellante, a base di cemento o di calce idraulica e stesa per uno spessore di 1-2 cm.

Le piastrelle saranno posate a secco sull'allettamento per impostare il disegno, la geometria e le dimensioni dei giunti, per i quali l'appaltatore potrà fare uso anche di distanziatori.

Prima della posa definitiva, dovranno essere bagnate e poi messe in opera con malta fluida eminentemente cementizia. L'appaltatore provvederà a esercitare una leggera pressione sulle piastrelle, così da assicurarne l'adesione e così da provocare la fuoriuscita della malta in esubero, provvedendo altresì alla rimozione della stessa e verificando continuamente i piani mediante stagge e livello.

La malta di stuccatura sarà cementizia, eventualmente pigmentata in cemento bianco in modo da ottenere poi il colore desiderato.

Si provvederà a pulire la superficie con segatura.

La posa mediante collanti dovrà avvenire a livellante ben asciugato, stendendo adeguatamente il velo di colla con spatola dentata in modo da non crear inopportuni vuoti sottostanti, causa di rumori fastidiosi.

Pavimenti in getto di cemento

Per finiture di calpestio previste in cemento, quali piani cantinati oppure corsie di garage, sul massetto cementizio ancora fresco va messa in opera una malta grassa per uno spessore di 2-3 cm e successivamente uno strato, che potrà raggiungere i 5 mm, composto esclusivamente da cemento steso adeguatamente e

trattato in superficie a finitura liscia oppure spugnata mediante rullo oppure, ancora, zigrinata e rigata con spatola a pettine.

Pavimenti in legno (parquet)

I pavimenti in legno saranno eseguiti con materiale di ottima qualità e ben selezionato, stabile e stagionato, uniforme per essenza, tinta, grana e finitura.

L'appaltatore avrà l'obbligo di mostrare alla direzione lavori adeguate campionature prelevate da diversi imballi, in modo che possano esserne verificate le caratteristiche.

Le tavolette (*lamparquet*) e i listoni (*doganelle*) dovranno essere profilati correttamente lungo i bordi e presentare la battentatura, la fresatura o l'immaschiettatura.

Il sottofondo dovrà essere opportunamente preparato con massetto ben stagionato e caldana di cemento da 2-3 cm di spessore, ben fratazzata liscia.

I listoni verranno montati tramite chiodature su una intelaiatura di legno costruita nelle due direzioni, avente maglia di adeguate dimensioni (non superiore a 35 cm) e bordo perimetrale.

I listelli saranno parzialmente o completamente annegati nella caldana e la superficie superiore dovrà essere adeguatamente complanare.

La chiodatura potrà essere fatta anche su travicelli di abete fissati al sottofondo o su tavolato di 25-30 mm di spessore.

Se necessario, per i *lamparquet* che richiedono montaggio mediante collanti (su caldana o su precedente pavimento oppure su uno strato di teli isolanti) sarà predisposto autolivellante, così da eliminare anche lievi differenze di complanarità.

Le superfici dovranno essere asciutte, lavate e sgrassate in modo che i collanti possano aderire senza difficoltà; questi saranno scelti tra prodotti in commercio dotati di adeguata elasticità. La posa dovrà essere perfetta, non presentare risalti e seguire rigorosamente il disegno disposto dalla direzione lavori.

I tagli lungo le pareti dovranno essere regolari e arrivare a raso con l'intonaco, in modo che il battiscopa rifinisca adeguatamente.

A posa ultimata, l'appaltatore procederà alla lamatura e alla levigatura, avendo cura di ottenere una superficie perfetta.

Il trattamento finale sarà infine eseguito, seguendo scrupolosamente le prescrizioni di cantiere, con cera naturale, con olio di lino cotto o con altro prodotto, a seconda della finitura che si vorrà ottenere.

Pavimenti in linoleum

Per la posa di pavimenti in linoleum, il sottofondo dovrà essere lavorato in maniera perfetta mediante impasto di cemento e sabbia, steso e tirato liscio; ogni imperfezione e asperità dovrà essere eliminata e rasata. A asciugatura e stagionatura avvenute, potrà essere eseguita la posa con collanti e mastici specifici. L'operazione dovrà essere realizzata da operai specializzati, i quali avranno cura di stendere i teli in modo che non si creino bolle e rigonfiamenti, agendo sulle superfici anche con spatolone in gomma, purché non si creino danneggiamenti al materiale.

La pulizia verrà eseguita con segatura umida passata ripetutamente sulla superficie fino a perfetta pulitura; rimossa quella umida, verrà nuovamente stesa altra segatura asciutta che servirà a eliminare ogni minima traccia di umidità residua.

Con olio di lino cotto si provvederà al trattamento finale di lucidatura, che avrà altresì la funzione di migliorare le prestazioni elastiche e le capacità impermeabili del materiale.

In taluni casi il linoleum potrà essere messo in opera anche su pavimenti preesistenti, purché stabili, interponendo uno strato di malta di gesso di 2-4 mm di spessore.

Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in battuto del tipo alla “veneziana” a base di calce

Sulle pavimentazioni esistenti realizzate in battuto alla “veneziana” o alla “genovese”, dopo aver individuato e rimosso le cause di degrado, si effettueranno accurati esami per conoscere le percentuali e la pezzatura dei frammenti di pietra, di marmo, di eventuale ciottolame, le aggiunte di altri materiali lapidei e la loro

granulometria. Si indagheranno, inoltre, la quantità e la qualità dei pigmenti, in modo che l'impasto di calce per le integrazioni sia del tutto simile a quello preesistente.

La lacuna dovrà essere opportunamente tagliata e rifinita mediante stuccatura nei bordi, così che il profilo sia pronto ad accogliere l'integrazione; dovranno essere altresì rimosse tutte le particelle e tutti i residui polverosi, anche tramite l'impiego di aria compressa.

Nel sottofondo verrà disposto un primo impasto ottenuto con calce (una parte di calce spenta e due parti di calce idraulica), 8-9 parti di frammenti di mattoni, 3-4 parti di pietrisco.

Partendo dal perimetro della lacuna e, in caso di grosse mancanze, seguendo guide centrali, con la cazzuola stenderà questo primo strato di struttura (lo spessore generalmente si aggira intorno ai 10-15 cm); l'appaltatore dovrà battere ripetutamente mediante pestello meccanico, in modo da eliminare ogni alveolo e da far fuoriuscire l'acqua in esubero, avendo cura di controllare il livello e la complanarità.

Egli alternerà rullatura e battitura fino a raggiungere la costipatura totale e lo spurgo finale.

Successivamente, provvederà a stendere con la staggia lo strato successivo, detto *coprifondo*, che si aggirerà generalmente intorno ai 3 cm di spessore e sarà composto da calce sottoforma di grassello, polvere grossolana di coccio e eventualmente sabbia, secondo proporzioni di 1 : 3 tra legante e inerte.

Se necessario, si potrà eventualmente sostenere il coprifondo con rete zincata a maglia fitta disposta a metà spessore della pasta.

Nella lavorazione, l'appaltatore procederà alla cura dei livelli e della complanarità, oltre che alla eliminazione delle discontinuità lungo il bordo della lacuna.

Lo strato finale di stabilitura sarà disposto in modo da accogliere la graniglia finale.

Lo spessore medio sarà di circa 1-2 cm e la composizione della malta di impasto sarà a base di calce spenta e polvere di marmo, dosati in pari quantità; sulla malta verrà eseguita la semina casuale (o secondo disegno riportato con spolvero sulla stabilitura) dei frammenti di marmo, partendo da quelli più grossi e riempiendo gli spazi interposti con quelli più piccoli: per far penetrare i marmi, per livellare e per eliminare le cavità, verranno eseguite la rullatura e la battitura con gli strumenti a ciò predisposti.

Quando il pavimento comincerà a fare presa, sarà eseguita la levigatura a mano (da evitare quella meccanica).

Dopo 30 giorni di stagionatura, si provvederà alla stuccatura di eventuali imperfezioni preparando una mistura di olio di lino cotto, pigmenti e calce idrata.

A presa avvenuta si procederà alla levigatura, preferibilmente a mano, e alla lucidatura con olio di lino crudo mescolato a essenza di trementina stesa a più passate.

L'ultima operazione da eseguire sarà la ceratura finale.

Nel caso in cui la finitura non sia costituita da marmi ma solo da frammenti fini di cotto e cocciopesto, con eventuale aggiunta di terre colorate, la stesura avverrà mediante cazzuola piccola e spatola.

Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in battuto di graniglia in base cementizia o idraulica

Sulle pavimentazioni già esistenti realizzate in battuto di graniglia, oltre a individuare le cause di degrado esterno che dovranno comunque essere rimosse, si dovranno individuare anche le percentuali e la pezzatura dei frammenti di pietra, di marmo, di eventuale cocciopesto, le integrazioni di altri materiali lapidei, la loro granulometria nonché la quantità e la qualità dei pigmenti, in modo che l'impasto di cemento per le integrazioni sia del tutto simile a quello preesistente; anche in questo caso, la lacuna dovrà essere opportunamente tagliata e rifinita mediante stuccatura nei bordi e successivamente pulita.

Nel sottofondo verrà disposto un primo impasto secco di cemento, rottami di cotto e, se necessario, argilla espansa di piccola granulometria, così rendere leggera la mescola, con un rapporto tra legante e inerte 1 : 4. Lo spessore potrà essere di 3-4 cm; in alternativa, il massetto potrà essere costituito da calce idraulica naturale e sabbione in proporzioni 1 : 4.

Successivamente, l'appaltatore provvederà a stendere lo strato successivo di coprifondo, generalmente di spessore intorno ai 3 cm, composto da 300 kg di granuli di mattone per 1 m³ di cemento lasciati quasi secchi. Nella lavorazione egli procederà alla cura dei livelli e della complanarità oltre che alla eliminazione delle discontinuità lungo il bordo della lacuna.

Lo strato finale di stabilitura sarà disposto in modo da accogliere la graniglia finale; lo spessore medio sarà di circa 2 cm e la composizione della malta di impasto, sulla quale si semineranno i marmi colorati ridotti a frammenti (seguendo anche l'eventuale disegno di progetto) sarà priva di acqua e ottenuta con pigmenti minerali e terre colorate, due parti di graniglia di marmo e tre parti di cemento. La stabilitura potrà altresì

essere costituita da calce idraulica o cemento bianco contenente graniglia di marmo, micrograniglia e polveri lapidee.

Infine, per ottenere la plasticità necessaria, si bagnerà la mescola.

Per far penetrare i marmi, per livellare e per eliminare cavità, verranno eseguite contemporaneamente all'aspersione anche la rullatura e la battitura con gli strumenti a ciò predisposti.

La levigatura sarà eseguita a macchina adoperando spazzole abrasive a grana sempre più fina.

Integrazione, ripristino e nuovi pavimenti in bollettonato alla “palladiana”

I pavimenti alla palladiana, premesso quanto già ampiamente descritto sopra, prevedono si distendano i pezzami di marmo sullo strato di coprifondo, riducendo al minimo lo spazio tra le singole parti; su tali pezzami, provvedendo a rullare, verrà gettata la boiaccia di cemento colorato fino a saturazione e rigurgito.

Le lavorazioni finali di arrotatura, levigatura e lucidatura seguiranno il protocollo descritto per le graniglie cementizie.

Integrazione e ripristino di pavimenti eseguiti con elementi modulari

Sulle pavimentazioni esistenti dovranno essere condotte le opportune verifiche al fine di individuare le cause di degrado, che potranno riguardare semplicemente la stuccatura ma che potranno anche richiedere verifiche e soluzioni più complesse.

Nel caso lo stato di degrado sia provocato da cause esterne, quali per esempio condensa, deformazioni eccessive di orizzontamenti, ecc., dovranno essere risolte dapprima tali problematiche.

Successivamente, dovranno essere eliminati tutte le tipologie di degrado presenti sulle superfici quali croste, efflorescenze, concrezioni, in maniera che si rendano visibili anche dissesti occultati dalle patine.

I vecchi trattamenti superficiali, quali per esempio la ceratura, saranno rimossi con interventi specifici.

Nel caso in cui le fessure presenti siano di lieve entità, si procederà alla preparazione della stuccatura composta con legante e inerte appropriato, a seconda se si tratti di pietra, legno o laterizio.

Verranno impiegate perciò calce idraulica o resina acrilica caricate, a seconda del caso, con caolino, polvere di marmo, cocchiopesto, polvere di legno.

Con la spatola metallica flessibile si stenderà la malta sulla superficie pulita, esercitando una certa pressione in modo da favorire l'introduzione nelle fessure. Per lacune profonde, si potrà procedere a più strati attendendo che lo strato precedente abbia fatto presa e rendendolo scabro per migliorare l'aggrappaggio successivo. L'ultimo strato sarà realizzato leggermente in risalto, in maniera che le operazioni di lamatura, di levigatura e di lucidatura non evidenzino il ritiro.

Nel caso in cui alcune parti siano mancanti o siano staccate oppure queste, durante le fasi di cantiere, vengano a mancare o si stacchino dal supporto, l'appaltatore dovrà procedere con operazioni integrative, seguendo le prescrizioni della direzione lavori.

Potranno essere necessari o opportuni anche smontaggi parziali, purché l'appaltatore abbia cura di eseguire una mappatura degli elementi, di numerarli e di annotare ogni informazione utile affinché il rimontaggio venga effettuato adeguatamente e senza variazioni.

Gli elementi smontati dovranno essere accuratamente puliti con spazzole di saggina, con piccole spatole o microincisori e quindi con detergenti. In taluni casi si dovrà rimuovere anche il massetto sottostante agli elementi smontati, provvedendo al suo rifacimento facendo uso di malta di calce idraulica naturale e sabbione.

Prima della posa si dovranno attendere tutti i tempi di stagionatura necessari, per evitare fenomeni di efflorescenza o deformazioni del materiale da pavimento.

Le cavillature del massetto saranno richiuse con boiaccia di calce idraulica e la malta di allettamento dovrà essere dello stesso tipo di quella già in opera.

Si procederà alla posa degli elementi rimossi e di quelli di reintegro secondo il disegno originario e secondo quelle che sono le originarie distanze tra gli elementi. La posa sarà eseguita su un letto di malta di calce idraulica, provvedendo a esercitare una leggera pressione per far aderire gli elementi. Durante la fase di presa, il materiale dovrà essere tenuto umido. Si procederà infine alla stuccatura delle fughe mediante boiaccia di calce idraulica, eventualmente pigmentata con prodotti minerali naturali, fino a ottenere la colorazione originaria.

Secondo le disposizioni della direzione lavori, le pietre di reintegro potranno essere lavorate in superficie in modo da uniformarsi o da differenziarsi rispetto a quelle già esistenti.

Per pavimenti in pietra naturale o artificiale (graniglia, marmette e marmettoni) le lavorazioni saranno completate con la levigatura-arrotatura, eseguita a più mani, adoperando mole gradatamente più fini e interponendo una boiaccia colorata sulla quale, a presa avvenuta, sarà fatta passare la macchina.

La presenza della boiaccia ridurrà la formazione di rigature.

Tutti i residui fluidi di lavorazione dovranno essere accuratamente rimossi, specie se presentano frammenti dannosi per la resa della levigatura.

Si procederà infine alla lucidatura mediante feltro e alla piombatura mediante due lamine di piombo incrociate, fissate ai feltri.

Per i pavimenti in cotto, il trattamento finale consisterà nella stesura di olio di lino crudo diluito al 10% con acquaragia; seguirà un secondo trattamento nel quale verrà aumentata la percentuale di olio e a seguito del quale, ad asciugatura avvenuta, si stenderà la cera.

Integrazione e ripristino di pavimenti in legno

Nel caso si debbano integrare vecchi pavimenti lignei, sarà opportuno effettuare le analisi e le verifiche che consentano di individuare le essenze legnose impiegate e i sistemi di montaggio: prelevando frammenti interni di materiale esistente, si sceglierà quello più simile per cromia, grana, finitura e qualità.

Verranno rimosse tutte le cause di degrado e di dissesto, sia del materiale che esterne al materiale, e sarà verificato il fissaggio degli elementi al supporto.

Individuata la lacuna, che dovrà essere pulita anche con aspiratore, si procederà a preparare i bordi eliminando, fissando o incollando gli elementi perimetrali.

L'appaltatore eseguirà le integrazioni seguendo le modalità di posa adoperate per i materiali già esistenti. Eventuali stuccature saranno eseguite con collanti caricati con polvere di legno.

La lamatura, la levigatura e il trattamento finale, eseguito quest'ultimo con olio di lino cotto oppure con cera d'api dati a più mani su tutto il pavimento, potranno favorire miglioramenti estetici anche con operazioni di riprese localizzate e diversificate.

In alternativa, si potranno eseguire finiture con vernici lucide o semilucide a base di polimeri.

Altri tipi di interventi

Art. 39 . Rivestimenti

Generalità

Tutte le operazioni inerenti i rivestimenti dovranno essere svolte da personale specializzato e essere eseguite a perfetta regola d'arte, facendo uso esclusivamente dei materiali selezionati dalla direzione lavori sulla base di adeguate campionature alle quali si conformeranno.

La posa dovrà assicurare un'adeguata adesione all'intonaco retrostante: i materiali saranno perciò imbibiti, aspersi o immersi in acqua; la bagnatura interesserà anche il supporto in modo che la malta di incollaggio non debba subire bruciature per repentino ed eccessivo assorbimento di acqua.

La posa avverrà su malta cementizia, salvo diverse prescrizioni, seguirà il disegno prescritto e i giunti saranno ben allineati e stuccati con malta cementizia bianca o del colore prescritto.

A posa avvenuta, l'appaltatore provvederà all'esecuzione di tutti i gusci e i raccordi con stuccatura.

Le superfici saranno consegnate completamente pulite e integre.

Restauro e consolidamento di rivestimenti

Per lavori di ripristino, saranno condotte indagini preventive per verificare i supporti preesistenti sia per quel che concerne i materiali adoperati che per quel che concerne le tecniche esecutive, annotando ogni cosa possa essere utile durante la fase operativa.

In caso di rivestimenti a disegno, questo dovrà essere rilevato e riprodotto, anche facendo uso di fotogrammetria.

Tutte le cause patogene esterne dovranno essere rimosse in modo da evitare che i degradi si possano presentare nuovamente.

Le superfici dovranno essere ripulite da ogni residuo presente (efflorescenze, concrezioni, macchie e croste) e preparate secondo quanto richiesto dal tipo di rivestimento.

Per le parti decoese ma non eliminabili si dovrà provvedere alla riadesione al supporto applicando sostanze adesive aventi caratteristiche adeguate ai materiali sui quali verranno applicati: l'applicazione degli adesivi potrà avvenire mediante nebulizzazione, a pennello o a iniezione. Se necessario, si farà uso di velatino che fungerà da supporto delle superfici durante le lavorazioni: in particolare, si potranno impiegare carta giapponese o cotone, entrambi aderenti al rivestimento da restaurare, disposti seguendo l'andamento delle eventuali modanature. Tali velatini saranno rimossi con adeguate soluzioni che non siano dannose per le superfici dopo l'operazione di riadesione. Nel caso in cui siano presenti fessure non lievi, queste andranno stuccate in profondità in modo da ricostituire la continuità. Nel caso in cui si debbano restaurare rivestimenti lapidei, le lavorazioni dovranno attenersi alle indicazioni redatte dall'ICR e contenute nelle "Note sui trattamenti conservativi di manufatti lapidei".

L'appaltatore, perciò, dovrà eseguire le analisi opportune sullo stato conservativo e sulle caratteristiche del materiale.

Per dissesti costituiti da microfessurazioni e cadute di scaglie si dovrà procedere alle stuccature e alla riadesione, facendo eventualmente uso di velatino che sia d'aiuto durante la fase di iniezione di adesivo.

Integrazione di lacune di dipinti murali

Le integrazioni di lacune di dipinti murali saranno eseguite esclusivamente da personale specializzato e i criteri e gli obiettivi perseguiti saranno oggetto di apposito progetto di restauro pittorico, il quale esula dal presente capitolato.

Per le lacune di tali dipinti, qualora all'appaltatore venisse richiesta un'operazione di integrazione mediante intonacatura o stuccatura, egli provvederà a eseguire le parti mancanti secondo le disposizioni della direzione lavori quanto a composizione e modalità di posa, integrando un'eventuale lavorazione finale consistente in una velatura colorata secondo le disposizioni e le tinte impartite.

Mosaici parietali

Per mosaici parietali degradati, dopo aver rimosso tutte le cause esterne che hanno creato danneggiamenti, si eseguiranno le operazioni di adesione o di fissaggio mediante iniezioni adesive o mediante inserimento di piccoli perni o altre tassellature.

Nel caso siano presenti distacchi consistenti, facendo uso della velinatura potranno eseguirsi distacchi procedendo per piccole porzioni.

Il supporto dovrà essere ripulito da ogni residuo e, se necessario, preparato e rasato in modo che l'inserito rimosso possa essere ricollocato in opera.

L'appaltatore farà uso di malta di calce e pozzolana sia per la malta di adesione che per la stuccatura; per quest'ultima, verificata quella già in opera, la direzione lavori disporrà la granulometria della sabbia e l'eventuale pigmentazione.

Altri tipi di interventi

FINITURE SUPERFICIALI

Art. 40 . Tonachini

Generalità

Gli spessori di finiture superficiali finali saranno molto contenuti e saranno ottenibili mediante selezione di prodotti accuratamente vagliati e mescolati, seguendo la qualità, i dosaggi, le granulometrie e le modalità esecutive prescritte specifiche del tipo di finitura prescelto.

Dal rigore con il quale l'appaltatore eseguirà la lavorazione dipenderà la qualità della finitura.

Intonachino o colletta di calce

Sullo strato di intonaco a base di calce, verrà stesa la miscela per uno spessore non superiore ai 3 mm, onde evitare cavillature causate dal ritiro dovuto all'evaporazione dell'acqua presente nella colletta. La sua composizione sarà costituita da una parte di inerte (la cui grana sarà rigorosamente disposta dalla direzione lavori, a seconda del tipo di grana della finitura che vorrà ottenere) e una parte di legante ossia di grassello di calce; in alternativa al grassello puro si potrà integrare una piccola quantità (20% circa) di calce idraulica naturale: in questo caso il rapporto tra inerti e legante sarà 2 : 1.

La granulometria degli inerti sarà variabile e dipenderà dall'effetto finale previsto: con l'ausilio di spatole metalliche, di fratazzo all'americana, l'appaltatore stenderà la malta a più strati. Per una buona lavorabilità e aderenza e per un migliore risultato finale, è preferibile stendere la colletta quando l'intonaco di base si presenti ancora sufficientemente fresco ma dotato di una buona presa e di una superficie piuttosto rugosa.

Lo strato finale sarà eseguito con fratazzo di spugna.

Marmorino o stucco alla veneziana

La lavorazione a marmorino prevede che venga preparata una pasta costituita da due parti di grassello di calce mescolato a 0,5 parti di calce idraulica naturale, a due parti di polvere di marmo ridotta a farina impalpabile e una parte di sabbia e pigmenti colorati, questi ultimi in percentuale minima, decisamente inferiore all'1%; una parte del grassello di calce potrà essere sostituita da cemento bianco.

Il supporto dovrà essere privo di ogni residuo di polvere, di fessure e efflorescenze: in ogni caso, prima della stesura dell'impasto si dovrà procedere ad abbondante bagnatura con pennellessa.

La pasta verrà preparata in contenitori puliti e potrà essere miscelata manualmente o meccanicamente, purché non si formino grumi e imperfezioni. Se necessario, i pigmenti potranno essere dapprima diluiti in acqua separatamente e poi aggiunti all'impasto in fase di miscela.

La stesura sarà eseguita con cazzuole o spatole e si potrà procedere man mano alla rasatura mediante lamine rasanti metalliche: questo trattamento finale sarà più o meno accurata a seconda della lucidità che si vorrà ottenere e sarà migliorabile se lavorato con fratazzo metallico all'americana.

Per esaltarne infine la lucentezza e per rendere impermeabile ma traspirante la superficie, si potrà bagnare la parte con pennellessa impiegando una soluzione ottenuta con sapone di Marsiglia e, dopo circa tre ore, lucidarla con panno di lana.

Art. 41 . Tinteggiature

Generalità

Le tinteggiature potranno essere eseguite sia all'interno che all'esterno, su supporto nuovo o su supporto preesistente, purché compatibile con il tipo di tinteggio che si vorrà eseguire e purché il supporto sia adeguatamente preparato e ripulito da ogni elemento che possa essere causa di una esecuzione imprecisa, inclusa la pulizia da ogni precedente trattamento di finitura non consono alla nuova lavorazione.

Le tinteggiature potranno essere completamente coprenti oppure potranno consistere in velature destinate a creare un velo di continuità tra materiali.

L'appaltatore eseguirà il tinteggio utilizzando i prodotti e le modalità indicate dalla direzione lavori, siano essi a base di calce o a base vinilica, a tempera o di altro genere.

La posa potrà avvenire a rullo o a pennello o con qualunque altra modalità venga indicata.

Per le integrazioni, saranno eseguiti gli opportuni accertamenti atti a verificare il tipo di materiale usato e la modalità di posa impiegata: in ogni caso, saranno eseguite un numero adeguato di campionature le quali saranno numerate e catalogate a seconda del tipo di miscela preparata.

Una volta contrassegnato il campione, l'appaltatore eseguirà il lavoro seguendo le istruzioni e predisponendo una quantità di miscela utile per l'uso che se ne dovrà fare successivamente.

Dovrà consegnare il lavoro privo di imperfezioni e completamente piano, privo di scabrosità o addensamenti di materiale e di pigmenti, in modo che non siano visibili inopportune riprese, a meno che non si tratti di disposizioni della direzione lavori volte a segnalare il limite tra l'autenticità e il rinnovamento del tinteggio.

Sagramatura

L'appaltatore dovrà eseguire la sagramatura, trattamento superficiale di conservazione e regolarizzazione dell'apparecchio laterizio, su paramenti in mattoni a vista, quando disposto in progetto o in fase esecutiva.

La finitura potrà essere trasparente o coprente, a seconda se si debba esaltare o celare il supporto.

Il preparato sarà composto da cocchiopesto ridotto a polvere, calce aerea (grassello di calce o, in alternativa, calce idraulica naturale), eventuali pigmenti naturali scelti in sintonia con il colore del paramento laterizio, quali per esempio le terre, con dosaggi che saranno relazionati alla qualità del supporto, all'effetto cromatico di partenza e a quello che si vorrà ottenere.

Le pareti dovranno essere pulite con spazzole, dovranno essere aspirate le polverulenze, rimosse le eventuali irregolarità delle stuccature dei giunti e, se presenti, dovranno essere stuccate le piccole lacune di superficie con stucco ottenuto con calce, sabbia e cocchiopesto.

Prima della posa del velo di cotto, si dovranno bagnare abbondantemente le pareti.

Successivamente, il fluido/impasto preparato verrà steso sulle superfici e liscio, tramite l'impiego di un elemento di mattone che sfregnerà il paramento fino a quando la superficie capterà i pigmenti della miscela e quelli derivanti dall'abrasione.

Se necessario, si potrà completare l'operazione con una velatura di colore del laterizio che avrà l'effetto di uniformare la finitura generale.

Scialbatura a calce

La scialbatura verrà eseguita con grassello di calce o fiore di calce, purché sia stato adeguatamente stagionato per almeno 24 mesi. Questa lavorazione di finitura potrà essere realizzata solo su supporti a base di calce e dovrà assolutamente essere evitata su supporti a base di gesso o di cemento, pertanto per supporti esistenti l'appaltatore dovrà eseguire gli opportuni accertamenti per verificarne natura e consistenza.

La preparazione avverrà stemperando la calce in acqua nel rapporto calce-acqua 1 : 2, purché quest'ultima sia completamente pulita e priva di ogni impurità, in modo da assicurare resa e stabilità cromatica uniforme.

In alternativa al grassello, la tinta potrà essere preparata con calce idraulica e acqua, nello stesso rapporto 1 : 2, in ogni caso le quantità di acqua verranno aumentate o ridotte a seconda del potere di assorbimento del supporto.

Dopo la mescolatura, l'appaltatore lascerà che trascorran almeno 6 ore per la maturazione e successivamente passerà il fluido al setaccio stretto, allo scopo di eliminare ogni scoria o elemento impuro presente.

Per ottenere coloriture, secondo le disposizioni della direzione lavori, l'appaltatore aggiungerà pigmentazioni minerali, terre naturali o artificiali avendo cura di stemperarle o scioglierle preventivamente in una dose di acqua nel rapporto 1 : 2 rispetto al loro volume.

L'appaltatore non dovrà mai aggiungere i pigmenti in quantità tali da poter pregiudicare la resa cromatica del tinteggio.

Dopo un adeguato riposo di qualche ora, eliminato ogni granulo presente mediante il setaccio stretto, i pigmenti verranno aggiunti all'impasto. Considerato che la coloritura, a stagionatura avvenuta, riduce la sua intensità e aumenta il suo effetto coprente, l'appaltatore eseguirà prove con adeguato anticipo oppure dovrà tenere conto di tale perdita di colore.

I recipienti contenenti la tinta dovranno essere tenuti in ombra anche mediante semplici coperture, per evitare evaporazioni e alterazioni cromatiche causate dal sole e dovute al circolo d'aria.

L'appaltatore dovrà preparare adeguatamente il supporto, eliminando ogni residuo polveroso, ogni macchia e ogni altro elemento di degrado o che possa in qualche modo arrecare nocumento alla resa finale, attenendosi alle prescrizioni e al protocollo di procedura illustrato nei capitoli specifici riservati alle pulizie.

In caso di distacchi dei supporti o di fessurazioni, egli eseguirà tutte le opere di riadesione e di consolidamento che verranno ritenute opportune.

La posa dovrà essere realizzata in condizioni climatiche stabili e moderate, evitando sia forti stati di umidità che caldo e freddo eccessivi, facendo uso di pennelli o di irroratrici; considerato che nel fondo dei recipienti si depositano i pigmenti, va eseguita continuamente la mescolatura evitando di immergere fino in fondo il pennello, in modo che non capti i depositi di pigmenti che renderebbero disomogenea la tinteggiatura.

In caso di intonaci nuovi o di riprese di intonaco interno, la scialbatura pigmentante andrà eseguita su superficie fresca, previa posa di uno strato di latte di calce.

Nel caso debba essere realizzata una posa su intonaco interno preesistente, sarà necessario imbibire comunque le superfici con latte di calce e ventilare i locali dopo la posa così da favorirne l'asciugatura.

Solo se ritenuto indispensabile, potrà essere fatto uso di additivo nella seconda mano allo scopo di far aderire la nuova tinteggiatura alla vecchia a scialbo.

Per pose eseguite all'esterno, l'appaltatore dovrà eseguire la posa su supporto ben asciutto; inoltre dovrà fare in modo da evitare la formazione di aloni e di macchie causate da eccesso di ventilazione e di soleggiamento.

Dovrà proteggere le superfici già trattate almeno per una settimana, sia per preservarle dall'azione di sole e vento che da quella delle piogge che tenderebbero a dilavare i pigmenti con effetti discontinui di superficie. Considerato che gli agenti meteorologici e inquinanti possono avere effetto alterante e dilavante sugli scialbi, le superfici potranno essere trattate a distanza di un mese con veli di silossani o di silicati di potassio, se così disposto dalla direzione lavori.

Tinteggiatura a calce fresca

La delicatezza e la difficoltà esecutiva di questo tipo di tinteggiatura richiederà manovalanza specializzata, trattandosi di intervento di tinteggiatura da eseguire su colletta (o velo o intonachino) di calce ancora fresca. Tale colletta sarà composta da una parte di grassello, una parte di polvere di marmo e una parte di sabbia molto fine; sulla colletta andrà stesa la tinteggiatura in modo che, attraverso il processo di carbonatazione, la coloritura divenga elemento della struttura molecolare della colletta (come l'affresco pittorico).

In caso di intonaci nuovi, il rinzafo e l'arriccio dovranno essere ancora umidi oppure dovranno essere opportunamente irrorati con acqua pulita.

L'appaltatore dovrà eseguire solo quelle superfici di colletta che è certo di poter tinteggiare nell'arco di poche ore, avendo cura di individuare aree nelle quali la giunzione non sia eccessivamente visibile.

L'operazione sarà eseguita con fratazzo o con spugna, lavorando per ottenere il tipo e il grado di finitura previsti e disposti in cantiere. Prima della coloritura a fresco, dalle superfici andrà rimosso ogni elemento estraneo con pennello morbido. Si eseguiranno dopo qualche ora, previa bagnatura mediante spruzzo, le operazioni di tinteggiatura sulla superficie, la quale dovrà essere fresca ma non più plastica.

L'appaltatore preparerà il colore, il quale sarà più o meno denso a seconda se si debba ottenere una superficie coprente oppure una velatura. Procederà eseguendo a una o più mani, a seconda della trasparenza voluta. Prima della stesura dell'ultimo strato, al fine di eliminare ogni residuo acquoso, sarà opportuno fare scorrere sulla superficie un rullo duro. Appena steso l'ultimo strato, si procederà mediante nebulizzatore a tenere umida la superficie.

Se richiesto, dovrà essere eseguito preventivamente un numero adeguato di campionature sulle quali la direzione lavori potrà disporre variazioni di composizione e di posa, fino all'ottenimento dell'effetto desiderato.

Se necessario, anche la tinteggiatura a fresco eseguita all'esterno potrà essere protetta da una mano di prodotti a base di silossani o di silicati di potassio.

Velatura a calce

La direzione lavori potrà disporre la realizzazione di una velatura a base di calce qualora in progetto o durante l'esecuzione dei lavori si dovesse rivelare necessario procedere alla protezione superficiale di intonaci, pietre o mattoni.

La soluzione dovrà essere molto acquosa, ottenuta con lo scioglimento nel liquido di grassello di calce (o di calce idraulica naturale) alla quale andranno aggiunti i pigmenti colorati desiderati in un rapporto molto basso.

Prima della posa dovranno essere preparate, pulite, stuccate e consolidate le superfici, secondo i protocolli previsti nel capitolato specifico. La superficie dovrà poi essere inumidita e mediante pennello velata con la soluzione preparata, avendo cura di procedere in maniera ordinata per fasce parallele, facendo sì che nessuna porzione di superficie resti scoperta.

Potrà essere disposto un trattamento finale protettivo con caseina a base di calce.

Se richiesto, dovrà essere eseguito preventivamente un numero adeguato di campionature sulle quali la direzione lavori potrà disporre variazioni di composizione e di posa, fino all'ottenimento dell'effetto desiderato.

Tinteggiatura ai silicati

La buona posa e la buona riuscita della tinteggiatura ai silicati dipende dalla stagionatura del supporto, pertanto l'appaltatore dovrà verificare, mediante appositi strumenti, che non sia presente alcuna traccia di umidità. Il supporto potrà essere indifferentemente realizzato a base di cemento o a base di calce, mai a base di gesso.

Sarà indispensabile eseguire campionature modificando i vari componenti del preparato, in modo da scegliere con consapevolezza quello che sarà l'effetto finale delle finiture e delle tinte.

Prima della stesura del tinteggio, l'appaltatore dovrà provvedere a tutte le operazioni di pulitura e di preparazione, siano essi lavaggi che imprimiture e dovrà attendere 12 ore per l'asciugatura e la stabilizzazione.

L'appaltatore preparerà la tinta miscelando ad acqua pulita, meglio se distillata, i pigmenti colorati e il colore bianco di base nonché i silicati liquidi, in un rapporto che dipenderà dai toni desiderati.

La tinta dovrà essere costantemente mescolata e adoperata nell'arco di alcune ore (4-6), a causa della instabilità dei silicati.

Gli strati potranno essere due o tre, realizzati con intervalli di 12 ore gli uni dagli altri; si procederà alla stesura mediante pennello o mediante irrorazione, evitando che le pareti vengano eccessivamente colpite dal sole.

I silicati costituiranno con l'intonaco un velo di silice che tratterrà i pigmenti e ne assicurerà nel tempo la traspirabilità e la buona impermeabilità rispetto agli agenti esterni.

Se verranno rispettate tutte le procedure, la superficie finale si presenterà priva di macchie e di aloni, di croste e distacchi.

Tinteggiatura a tempera o vinilica

Prima della tinteggiatura a tempera o vinilica, dovranno essere eseguite preventivamente campionature sulle quali la direzione lavori potrà disporre variazioni di composizione e di posa, fino all'ottenimento dell'effetto desiderato.

Per tempere realizzate con collanti naturali, il supporto dovrà essere a base di calce, qualora invece si abbiano supporti in base cementizia o bastarda, il collante usato dovrà essere sintetico a causa della incompatibilità tra calce e cementi.

La tinta sarà preparata mediante miscelazione di pigmenti colorati e caolino in base di acqua, passando il tutto al setaccio e lasciandolo riposare per ottenere lo scioglimento completo delle polveri; verranno quindi aggiunte sostanze a effetto collante naturale o sintetico ossia colla animale o colla vinilica.

Si aumenteranno le percentuali di collante nel caso in cui la tinteggiatura debba essere eseguita all'esterno e negli strati più profondi; il preparato andrà ben rimestato e poi lasciato a maturare e quindi, se necessario, passato nuovamente al setaccio, serrato in modo da eliminare eventuali corpi estranei; la sua consistenza e la sua densità varieranno a seconda della porosità del supporto.

Su supporto ben asciutto e ben preparato e carteggiato, sul quale sarà steso un *primer* a base di colla e acqua (la stessa usata per la miscela colorante) verrà messa in opera la prima mano di tinteggiatura mediante pennello, procedendo in senso orizzontale o in senso verticale, purché non si creino vortici e alternanze di pennellate e di direzioni. Dopo 12 ore potrà essere eseguita la posa successiva e così anche per l'ultimo strato.

Molta cura dovrà essere posta in fase di immersione del pennello, il quale non dovrà mai pescare nel fondo del contenitore per non captare addensamenti di tinte.

Patinatura a sabbia

Per finiture superficiali riguardanti solo le stuccature di paramenti a vista oppure riguardanti gli intonaci e le superfici appena tinteggiate, qualora si volesse ottenere una superficie granulosa, si potrà scagliare sulla superficie bagnata pozzolana asciutta a piccola granulometria. Dopo aver atteso il tempo necessario affinché si crei un legame tra supporto e sabbia, la superficie verrà ripulita con pennello morbido.

Art. 42 . Tappezzerie

La parete per l'applicazione di tappezzerie dovrà essere preventivamente preparata mediante rimozione dell'eventuale rivestimento, carteggiatura del fondo, raschiatura e stuccatura dell'intonaco, in modo da creare un supporto liscio e privo di asperità e rugosità.

Nel caso in cui si rendessero evidenti spigoli concavi e convessi non perfettamente verticali, essi dovranno essere ripresi e ripristinati. In alternativa, nella posa si dovrà tenere conto di tale imperfezione collocando in opportuni punti poco visibili le giunzioni atte all'assorbimento di tale variazione.

La posa della tappezzeria sarà eseguita posando uno strato di fissativo a base di colle naturali sul quale, nei casi in cui si operi su manufatti di un certo pregio architettonico, si disporrà un primo strato di carta di base, la quale avrà la funzione di migliorare la qualità del supporto; si farà quindi aderire il rivestimento finale, avendo cura di far combaciare i lembi senza sovrapposizioni, riprendendo con precisione il disegno proposto. Alla fine della posa, la parete dovrà risultare liscia, i teli perfettamente verticali e i bordi inferiori e superiori, come pure quelli contigui alle aperture o ai vani rientranti, dovranno essere opportunamente rifiniti con fasce lignee o di tappezzeria.

SERRAMENTI

Art. 43. Infissi in legno

Generalità

L'appaltatore eseguirà tutti i serramenti secondo le prescrizioni di progetto, avendo cura di realizzare mazzette di muratura, rientranze e quant'altro occorra, secondo modalità che consentano il montaggio dei telai e rendano ben funzionanti gli infissi.

L'appaltatore modificherà il senso di apertura e il posizionamento dell'incernieratura solo dietro esplicita prescrizione della direzione lavori avendo cura, in presenza di muratura portante o di spessori consistenti, di disporre il telaio in posizione tale che parte della porta resti all'interno dell'imbotte, riducendo così il suo ingombro (salvo diverse prescrizioni); adopererà il materiale secondo il disegno, la finitura e la lavorazione specificata.

L'appaltatore dovrà esibire campioni interi, uno per ogni tipo di infisso, oppure porzioni di infisso, con particolare riguardo al collegamento angolare, in modo da mostrare la sezione dei profili usati, la scanalatura per la fodrina o per la vetrocamera, o ancora le sezioni dei portoncini e delle porte tamburate.

Tutta la ferramenta dovrà essere funzionare perfettamente, a partire dalle cerniere per arrivare alle serrature, e per ognuna di queste l'appaltatore dovrà fornire una coppia di chiavi.

La direzione lavori dovrà ritenere accettabili i serramenti non solo per tipologia esecutiva ma in particolare dopo la posa, tenendo conto del fatto che l'opera non debba prescindere dalla qualità e precisione con cui l'appaltatore dovrà aver realizzato il montaggio e le rifiniture murarie, sia in caso di montaggio su tramezzature che su murature portanti a medio e grosso spessore, con o senza risega per la mazzetta e con o senza battuta.

I collegamenti saranno preferibilmente realizzati con giunto legno-legno, tranne nei casi in cui si debbano riprendere elementi della tradizione locale in cui sia prescritto e richiesto l'uso di viti, di chiodi o di cerniere a squadretta poste all'esterno.

La posa dovrà avvenire in modo tale che gli infissi possano ricevere almeno il trattamento finale, rendendo così possibile l'eventuale ripresa e l'eventuale recupero di piccole imperfezioni che potrebbero verificarsi in fase di montaggio.

I serramenti saranno ben revisionati, montati a piombo e messi a squadro, senza che si verifichino malfunzionamenti dei meccanismi di chiusura e di apertura.

Il legno sarà trattato come disposto, pertanto potrà essere lasciato a vista previo trattamento con cera, con *flatting* o altro trattamento oppure coperto con smalti, seguendo tutte le procedure previste nel paragrafo del capitolato dedicato al legno.

Tutte le misure di progetto dovranno essere ricontrollate in cantiere dall'appaltatore; qualunque mancata rispondenza dimensionale dovrà essere ripristinata a sue cure e spese.

Infissi esterni

Gli infissi esterni in legno saranno eseguiti da ditte specializzate, secondo le dimensioni e il disegno previsti in progetto a partire dall'impiego dell'essenza legnosa prescritta, la quale dovrà essere adatta all'ambiente esterno.

In cantiere dovranno essere presentati campioni che riproducano in scala 1 : 1 almeno un angolo del serramento, incluso il telaio.

Il materiale dei profili lignei dovrà essere ben stagionato e stabile, in modo che non si abbiano a creare dannose deformazioni, dovrà presentare superficie piallata e lisciata, seguendo tutti i cicli di lavorazione previsti, inclusa la carteggiatura a diversa grana. Gli angoli saranno collegati secondo disegno e il collegamento sarà a doppio o a triplo tenone (intero o ridotto) e forcella.

Si potrà prevedere la dominanza dei montanti verticali o di quelli orizzontali oppure saranno realizzati collegamenti con unghitura esterna collegata a tenone.

Le lavorazioni delle calettature potranno essere parallele o a coda di rondine e il fissaggio degli spigoli potrà essere realizzato, oltre che con colla, anche con cunei.

Le ante di finestra dovranno essere corredate di adeguato gocciolatoio ligneo (oppure metallico) in grado di condurre le acque meteoriche su soglie opportunamente lavorate e posate, così da allontanarle dalle parti murarie e lignee.

I sistemi di oscuramento potranno essere a scuretti, a portelloni o a persiana.

I portoncini saranno in legno massello ben stagionato e seguiranno, ove disposto, i disegni della tradizione locale oppure saranno realizzati su disegno disposto in progetto: potranno essere ad assito verticale incrociato con assito orizzontale, pertanto mostreranno una faccia con il sistema a grosse doghe detto *alla mercantile*. Per gli infissi la tenuta, che secondo le disposizioni del progetto dovrà essere termotecnica, deve essere eseguita esattamente come disposto: pertanto il numero di battute, le guarnizioni di chiusura e ogni altro elemento utile alla conservazione dei valori prescritti nel progetto energetico, inclusa la vetrocamera, dovranno rispondere alle prescrizioni. La direzione lavori rifiuterà dunque qualunque serramento non risponda ai requisiti disposti.

Infissi interni

Gli infissi interni in legno saranno eseguiti da ditte specializzate, secondo le dimensioni e il disegno previsti in progetto e facendo uso della essenza legnosa prescritta.

In cantiere dovranno essere presentati campioni che riproducano in scala 1 : 1 almeno un angolo del serramento, incluso il telaio, oppure l'interno della parte tamburata.

Il materiale dei profili lignei e delle pareti dei tamburi dovrà essere ben stagionato e stabile, in modo che non si abbiano a creare dannose deformazioni e dovrà presentare superficie piallata e lisciata, seguendo tutti i cicli di lavorazione previsti, inclusa la carteggiatura a diversa grana; gli angoli saranno collegati secondo disegno tramite collegamento a doppio o triplo tenone (intero o ridotto) e forcella.

Le porte interne potranno essere a telaio con specchiature, pertanto richiederanno la realizzazione di fodrine, oppure interamente tamburate (con o senza specchiatura di vetro o di compensato).

Le fodrine saranno collegate ai telai, in fase di montaggio generale, all'interno delle scanalature a ciò disposte, lasciando tuttavia persistere una pur lieve possibilità di movimento relativo tra telaio e fodrina; le calettature delle fodrine o di altre parti lignee, potranno essere a battuta, a dente e canale, a doppia battuta.

Il montaggio potrà essere realizzato su controtelaio oppure a toppa o a rasamento.

Sulle tramezzature saranno presenti mostra e contromostra, mentre sui grossi spessori potrà essere prescritto imbotte in legno con contromostra.

Revisione di infissi in legno già esistenti

L'appaltatore, nel caso siano presenti infissi da conservare, dovrà procedere, già in fase di smontaggio, alla pulizia e all'accatastamento in cantiere così da consentire successivamente al personale specializzato di prelevare tali serramenti e di revisionarli eseguendo le opportune integrazioni e gli opportuni trattamenti.

Gli infissi saranno smontati nelle singole parti che li compongono, laddove è necessario che vengano eseguite integrazioni di parti lignee, di ferramenta e di collegamenti.

L'appaltatore, individuato il tipo di legname di cui sono composti, provvederà a eseguire le tassellature, le quali, mediante materiale identico o affine, riprendendo l'andamento delle venature, sostituiranno le parti degradate con elementi nuovi; eseguirà dunque i giunti ritenuti necessari (a coda di rondine, a battuta, a tenone e mortasa) rendendo minima la visibilità del nuovo inserto.

Qualora la ferramenta fosse difettosa e non recuperabile, l'appaltatore dovrà sostituirla con altra del tutto simile. Nel caso in cui sia difficile eseguire integrazioni su infissi preesistenti, con la direzione lavori si dovrà scegliere la soluzione più adeguata.

Per portoni e portoncini esterni, specie se posti a quota strada, sovente i danneggiamenti interesseranno tutto lo zoccolo inferiore, il quale risulterà devastato da funghi e muffe: in questo caso sarà opportuno eseguire tutti i trattamenti disinfestanti e protettivi necessari prima di eseguire integrazioni di sorta.

L'appaltatore seguirà, salvo diverse indicazioni, le modalità esecutive della tradizione, sia per le nuove lavorazioni del legno che per le integrazioni. Gli infissi esistenti, sia quelli integrati che quelli semplicemente revisionati a livello funzionale, dovranno presentare complanarità, essere a piombo e perfettamente funzionanti nella ferramenta e in ogni loro parte.

Altri tipi di interventi conservativi e manutentivi della tradizione

Art. 44. Infissi, inferriate e cancellate

Generalità

Il ferro adoperato per serramenti, per cancellate o per inferriate dovrà essere lavorato con cura così da ottenere finiture ben levigate e prive di asperità incongrue, sia sul piano estetico che funzionale.

La cura dovrà essere massima in corrispondenza di saldature a cordone, le quali non dovranno presentare discontinuità e forature ma che dovranno essere ridotte a levigatura quando dovessero essere presenti in numero eccessivo. Tutti i fori, filettati e non, dovranno essere realizzati con trapani del tipo più adeguato, in modo che risultino perfetti nella forma e nei bordi.

Tutte le misure di progetto dovranno essere ricontrollate in cantiere dall'appaltatore, il quale dovrà assicurarsi che l'esecuzione risponda alle disposizioni di cantiere e il quale dovrà garantire il buon funzionamento di ogni singola parte nonché la corretta rispondenza alle misure stabilite e qualunque altra assicurazione sia indispensabile alla perfetta riuscita dell'intervento.

I materiali in ferro forniti in cantiere saranno pretrattati al minio.

Inferriate e cancellate

Inferriate e cancellate saranno realizzate seguendo i disegni prescritti e potranno essere realizzate in ferro pieno curvato e battuto, secondo le disposizioni, o realizzate con profili a sezione aperta o a sezione cava.

I montanti dovranno essere realizzati a piombo e dovranno essere rispettate le angolature e le distanze disposte tra le singole parti. Le intersezioni tra montanti e traversi, ancorché non ortogonali, potranno ottenersi con saldatura, con chiodatura ribattuta previa esecuzione di fori con trapano, con tagli a occhiello e inserimento del tratto ortogonale fino all'ottenimento di una grata a quadretti o a rombi.

Potranno avere telaio fisso, oltre a quello mobile munito di cerniere, dotato il primo di staffe e grappe che ne consentano l'ancoraggio alle murature.

In alcuni casi, quando il serramento abbia solo funzione protettiva, il telaio di ferro richiederà la semplice posa di rete antivoltatile, rete che potrà essere in acciaio inox o zincato. Nel caso di edifici monumentali, potrà essere richiesto telaio in bronzo e rete in rame eseguita a mano.

A montaggio ultimato, l'opera dovrà presentarsi completa di ogni finitura, pertanto, dopo la necessaria preparazione del supporto, saranno eseguiti i trattamenti antiossidanti e le verniciature.

Il funzionamento dovrà essere ineccepibile e dovrà assicurare la perfetta posa a piombo.

Infissi

L'appaltatore, per la realizzazione di infissi in ferro, dovrà verificare in cantiere tutte le misure.

Egli dovrà eseguire i telai con i profili designati, siano essi ottenuti con dimensioni commerciali che eseguiti su misura, in particolare nel caso di telai con sezioni minime che debbano essere conservate in modo da non alterare i caratteri originari del manufatto.

L'appaltatore dovrà fornire un campione che comprenda telaio fisso e telaio mobile, in maniera da poter valutare le sezioni realizzate in relazione alle disposizioni; tali infissi potranno avere ogni tipo di chiusura e, se realizzati in alto e quindi poco accessibili, dovranno essere elettrificati o dotati di asta ad apertura manuale e in ogni caso dotati di cerniere e di ferramenta adeguate alle dimensioni e alla tipologia di funzionamento.

A montaggio ultimato, eseguita ogni lavorazione che riguardi la protezione e il trattamento finale estetico, gli infissi dovranno risultare perfettamente funzionanti nel loro sistema di apertura/chiusura e maneggevoli nel loro uso.

Art. 45. Manufatti in acciaio per strutture

I manufatti metallici per strutture potranno essere profili semplici o composti, ottenuti questi ultimi mediante saldatura. Tali profili serviranno sia per strutture primarie che per orditure secondarie e potranno essere

piegati a freddo o a caldo; dovranno essere forniti e posti in opera seguendo rigorosamente le prescrizioni di cantiere e in conformità alle norme CNR 10011.

Negli assemblaggi saranno rispettate le dimensioni e gli andamenti delle saldature e saranno inseriti, laddove indicato, fazzoletti irrigidenti o fazzoletti per saldature, piastre, ecc.; sarà inoltre eseguita qualunque tipo di lavorazione dovesse rendersi necessaria, incluse le forature e le bullonature e i tirafondi annegati in plinti di fondazione.

Seguendo le disposizioni di cantiere, saranno eseguiti tutti i trattamenti protettivi e conservativi, nonché le verniciature finali.

La superficie dovrà presentarsi priva di ogni asperità e discontinuità.

Art. 46. Vetri per infissi

I vetri per gli infissi saranno generalmente chiari e preparati, se previsto, in vetrocamera a taglio termico, secondo gli spessori disposti. In caso contrario, saranno a semplice vetro.

Qualora si debbano realizzare su opere monumentali vetrate di infissi posti in luoghi poco accessibili, potrà essere impiegato vetro antisfondamento, dotato anche di una buona resistenza all'urto di volatili costretti ad abbandonare immediatamente l'habitat monumentale.

Al fine di ottenere gli effetti desiderati, si potranno adoperare anche più strati di vetro a diversa finitura, per esempio la combinazione di vetro opalino oppure a buccia di arancia con vetro bronzato garantisce un buon effetto visivo, anche parzialmente coprente ma tendenzialmente con effetto antico.

Per infissi interni potranno essere richiesti vetri particolari, per esempio vetro di Liegi o cosiddetto *rigatino* oppure vetri smerigliati, molati, ecc.

L'appaltatore dovrà accertarsi che le lavorazioni siano accettate dalla direzione lavori, presentando in cantiere opportuni campioni che verranno contrassegnati e tenuti in deposito.

La posa storica potrà avvenire mediante canalini di piombo, mediante scorrimento del vetro dall'asola eseguita sul traverso superiore oppure mediante mastice di chiusura, messo in opera a scivolo in modo da favorire l'allontanamento delle condense e dell'acqua di pioggia; in alternativa si avranno fissaggi mediante listelli fermavetro opportunamente modananti.

Sugli infissi metallici, la posa avverrà previa preparazione del telaio con materiale elastico, che potrà essere costituito da una piccola guarnizione di neoprene, uno stucco elastico o qualunque altra cosa risulti sigillante rispetto all'umidità e impedisca rotture del vetro in presenza di differenze di dilatazioni termiche.

Per la posa dei fermavetri, o di altro sistema di fissaggio, si sceglierà il verso più facilmente raggiungibile una volta che i ponteggi non saranno più in opera. Il vetro, alla fine, dovrà risultare perfettamente fissato in modo che non si verifichino inopportune vibrazioni, essere pulito su entrambe le superfici, incluse quelle interne nelle vetrate a più spessori, lucido e privo di rigature e abrasioni.

Eventuali errori di fornitura, sia riguardo alla tipologia che alle dimensioni e alla qualità, e eventuali danneggiamenti del materiale, saranno a totale carico dell'appaltatore.

Art. 47. Vetri per calpestio

La direzione lavori, in accordo con gli organismi preposti alla tutela del bene, qualora in manufatti monumentali si debbano rendere visibili porzioni storiche rinvenute sotto il livello di calpestio, disporrà la realizzazione di tratti di pavimento in vetro resistente agli urti e ai carichi.

Le lastre saranno opportunamente calcolate e certificate. Esse saranno ottenute tramite la sovrapposizione di più strati e si presenteranno dello spessore finale adeguato per essere collocate nelle intelaiature pavimentali; la superficie dovrà presentarsi lucida e priva di rigature inopportune.

Se necessario, per evitare eventuali fenomeni di condensa che celerebbero i resti sottostanti, si potranno realizzare ai bordi asole aeranti bordate con profili metallici e coperti con lamierino forellato.

Art. 48. Canali di gronda, pluviali, scossaline e converse

Si intendono per lattonerie tutte quelle lavorazioni di materiali metallici ridotti in lamierini lavorabili, quali rame, zinco, piombo, acciaio zincato, ottone o altra lamina.

Tali materiali verranno sostanzialmente adoperati a protezione di parti di manufatti architettonici, quali ad esempio cornici, aggetti, soglie, parapetti o altro oppure per realizzare canalizzazioni per la raccolta delle acque piovane dalle coperture (canali di gronda, pluviali e bocchettoni di uscita).

L'appaltatore dovrà fare uso della lamiera prescelta, sia come tipo di materiale che come spessore, lavorandola adeguatamente a perfetta regola d'arte, facendo uso degli adeguati sistemi di giuntura e di saldatura, quali per esempio la rivettatura o la saldatura a stagno, a piombo o a ottone, assicurandosi che non si verifichino perdite di acqua durante il suo passaggio.

Il fissaggio sulle parti murarie non dovrà compromettere in alcun modo la tenuta impermeabile e dovrà quindi garantire l'assenza di infiltrazioni di qualunque sorta, ciò anche quando dovranno essere realizzate le opportune connessioni tra i singoli fogli di lamiera mediante piegatura.

Se necessario, sotto i lamierini saranno realizzate ulteriori passate di materiale impermeabile fluido in modo da assicurare anche un supporto più elastico alle scossaline o alle converse.

Nella sagomatura dei canali e delle scossaline, la piegatura terminale deve garantire che non si creino danni alle persone a causa di bordi o parti taglienti.

I pluviali e i canali di gronda saranno assicurati alle parti murarie tramite imboccature, cravatte e cicogne, anche queste di rame, opportunamente fissate alla muratura o al solaio, in modo da garantire la tenuta all'acqua nei punti di fissaggio e di connessione.

Per i canali di gronda, l'appaltatore dovrà eseguire le adeguate pendenze, conducendo le acque al pluviale più vicino; la sezione potrà essere curva o quadrata o diversamente profilata, purché consenta un adeguato displuvio. Tutti i collegamenti dei pluviali saranno eseguiti con pezzi speciali; le deviazioni di tracciato, invece, saranno realizzate con curve a 45°, anche consecutive, oppure con pezzi speciali ottenuti da tratti rettilinei consecutivi collegati secondo una linea spezzata. Tutte le giunzioni saranno eseguite con adeguati sistemi a bicchiere a tenuta stagna, con saldature e con interposizione di materiale adesivo in grado di assorbire le dilatazioni termiche.

Altri tipi di lattonerie della tradizione locale

Art. 48. Posa di tubazioni

Generalità

Le tubazioni potranno interessare impianti idrici, impianti di scarico, impianti di riscaldamento e reti di raccolta delle acque meteoriche; potranno essere in ghisa, in rame, in lamiera zincata, in cemento, in PVC, PET e in qualunque altro tipo di materiale sia consentito dalle norme tecniche di riferimento, comprese le tubazioni flessibili in forasite o altro materiale, atte a contenere cavi e conduttori di impianti elettrici.

La posa delle tubazioni, di qualunque materiale e sezione, deve essere eseguita tenendo conto dello stato dei luoghi e delle norme relative al tipo di impianto e di servizio a cui servono.

Nell'individuazione del tracciato, in accordo con la direzione lavori, si dovranno determinare i percorsi meno tortuosi, che interferiscano meno con il manufatto architettonico e il suo contesto, assicurandosi che le deviazioni, i raccordi e le derivazioni siano tutte perfettamente funzionanti e posizionate con misure di salvaguardia sia per la sicurezza che per la protezione del sito. Saranno perciò evitate repentine piegature o salti di quota, variazioni inopportune della sezione e ogni altra anomala posa che potrebbe essere dannosa al corretto funzionamento presente e futuro delle tubazioni.

Dovrà essere inoltre garantita l'ispezione mediante posa di pozzetti a ciò destinati, i quali consentono il trattenimento di eventuali materiali ostruttivi e la loro rimozione e pulizia.

Per tubazioni che corrono all'interno del manufatto, si dovrà scegliere il tracciato più facilmente ispezionabile con il minor danno per le rifiniture, specie se di valore storico-architettonico. In tal senso si preferiranno, ove possibile, percorsi a vista opportunamente collocati, così da non interferire visivamente con il contesto storico.

Per tubazioni esterne, dovrà essere garantita la protezione dagli agenti atmosferici e dalle repentine variazioni di temperatura; gli interramenti saranno eseguiti con tutte le precauzioni necessarie e con adeguate segnalazioni, sia all'interno dello spessore di copertura che con indicatori visibili.

Le parti nascoste, sia all'interno che all'esterno dell'edificio, dovranno essere opportunamente segnalate o annotate in modo che, in caso di manutenzione, sia facile individuare il tracciato.

Per tubazioni che conducono fluidi, sarà necessario eseguire verifiche di pressione prima di completare le opere edilizie connesse, sottoponendo l'impianto di cui fanno parte a pressioni più elevate di quelle di esercizio.

Qualora dovessero verificarsi dispersioni, perdite o malfunzionamenti, sia nella fase di verifica che di collaudo o di esercizio, l'appaltatore sarà tenuto a risolvere ogni problema e a rimuovere ogni danno verificatosi a sua cura e spese.

Tubazioni interrato

Le tubazioni interrato saranno portate, ove possibile, prevalentemente fuori dall'edificio, a adeguata profondità, secondo il tipo di impianto per il quale servono, nel rispetto delle norme di riferimento. Resteranno all'interno del manufatto solo quei tratti di collettori che serviranno a raggiungere rapidamente le montanti verticali di servizio: esse saranno posizionate su letto elastico di sabbia e con questa avvolte, qualora il tipo di impianto e di materiale richieda un substrato elastico o, su allettamento di magrone, qualora sia richiesta una maggiore protezione dei condotti, anche in relazione alla carrabilità del tracciato.

Potrà altresì essere prevista la presenza di veri e propri cavidotti, costituiti da vani eseguiti in opera o prefabbricati nei quali poter stendere i tubi: dovranno in ogni caso essere segnalati nello spessore dell'interramento con opportuno nastro posto alla profondità prevista dalle norme di riferimento e essere dotati di pozzetti di ispezione posti in luoghi accessibili ma riservati, in modo da garantirne la manutenzione manuale o con mezzi.

Ogni deviazione e derivazione dovrà avere il pozzetto di raccordo e di ispezione.

I collegamenti tra i vari tronchi di tubazione, a seconda dei materiali che li costituiscono, potranno essere a bicolore, saldati, collegati con guarnizioni e fasce regolabili, maschiati e sigillati con pasta di cemento, con manicotti o altro, purché la tenuta sia assicurata.

Tubazioni in elevazione

Le tubazioni in elevazione sono i tubi che non corrono sotto il livello del terreno o sotto il piano più basso dell'edificio. Tali tubazioni dovranno salvaguardare le qualità proprie dell'edificio pertanto, ove possibile, saranno lasciati a vista o collocati in opera in eventuali nicchie poste in luoghi appropriati, realizzate sulle murature portanti al momento stesso del consolidamento, così da evitare con un intervento che lascerebbe dannose tracce sulle murature o su altre parti murarie appena consolidate e restaurate. Il loro fissaggio sarà assicurato da collarini e cravatte, da fasce e anelli sospesi o da ogni altro sistema idoneo a tollerarne il peso e a consentire eventuali modesti spostamenti relativi, dovuti sia a dilatazioni termiche che a movimenti endogeni della struttura.

Ogni deviazione e derivazione dovrà essere ispezionabile.

Anche in questo caso i collegamenti tra i vari tronchi di tubazione, a seconda dei materiali che li costituiscono, potranno essere a bicchiere, saldati, collegati con guarnizioni e fasce regolabili, maschiettati e sigillati con pasta di cemento, con manicotti o altro, purché la tenuta sia assicurata.

Art. 49. Generalità

Gli impianti tecnologici in edifici esistenti potranno essere resi nuovamente funzionali qualora siano integrabili oppure qualora sia possibile eseguire opere di manutenzione tali da consentire un adeguamento alle normative vigenti.

Nella rilevazione di impianti preesistenti, in accordo con la direzione lavori e con gli organi deputati alla tutela del bene, l'appaltatore verificherà l'eventuale pregio degli stessi, al fine di definire un criterio di scelta adeguato allo stato dei luoghi e al pregio tecnologico del manufatto. In tal senso potranno essere rese nuovamente funzionanti parti di vecchi impianti che rispondano alle norme vigenti, anche con opportune lavorazioni integrative.

Si potrà optare altresì anche solo per la conservazione in opera senza restituire funzionalità, qualora ciò non fosse possibile e l'impianto antico o parte di esso meritasse comunque di essere conservato.

Sarà cura dell'appaltatore segnalare in ogni caso incongruenze e irregolarità, in maniera da sostituire in tutto o in parte le reti impiantistiche. In tal senso, per le parti che in fase di demolizione e rimozione si è provveduto a lasciare in opera nell'ipotesi di rifunzionalizzazione, dovrà essere effettuata una nuova verifica, atta a valutare se le opere nel frattempo eseguite non siano state dannose o alterative per lo stato dei luoghi. Qualora gli edifici siano stati liberati dai precedenti impianti o qualora non ne siano mai stati dotati, l'appaltatore, con la direzione lavori e con gli organismi preposti alla tutela del bene, dovrà verificare i luoghi più appropriati dal punto di vista estetico e dal punto di vista conservativo e della salvaguardia del bene, nei quali collocare tubi, condotti e cavi.

Considerato che i progetti impiantistici rappresentano uno schema di riferimento nel quale sono indicati i valori fondamentali per il funzionamento secondo norma, la corretta esecuzione potrà essere realizzata solo dopo un adeguato rilievo dei luoghi e un'adeguata valutazione dei valori architettonici da salvaguardare.

Si cercherà di portare il più possibile fuori dall'edificio i tratti interrati qualora questi fossero in grado di danneggiare le pavimentazioni; in particolare, dovranno preferirsi impianti a vista in modo da evitare si possano creare dannose tracce sulle parti murarie strutturali, specie se appena consolidate, collocando tubi e cavi in luoghi defilati o in luoghi che alterino meno l'estetica architettonica, impiegando anche tubi di rame o di bronzo a vista come canalizzazioni.

Potranno essere utilizzati come cavidotti tutte le vecchie canne fumarie, i vecchi cavedi, i vespai, le intercapedini e come profili per percorsi preferenziali i battiscopa, le cornici, gli aggetti e ogni altro spazio in precedenza fosse stato adoperato a questo scopo.

Saranno evitati posizionamenti sotto pavimenti di pregio, forature di volte e controsoffitti pregiati.

A seconda della destinazione d'uso, gli impianti saranno eseguiti secondo i criteri e i riferimenti di legge e di norma necessari.

Art. 50. Impianti elettrici

Generalità

L'appaltatore dovrà realizzare l'impianto elettrico o revisionare quello esistente in conformità con le prescrizioni progettuali e con le disposizioni impartite in fase esecutiva, rispettando le clausole di contratto e le procedure tecnico-esecutive di capitolato.

Il progetto potrà essere già disponibile in fase di appalto oppure, qualora non fosse reso obbligatorio il deposito del progetto presso gli uffici amministrativi, l'appaltatore dovrà provvedere a redigere il progetto esecutivo, rispettando le competenze professionali richieste per la sua redazione.

Il progetto esecutivo dovrà contenere una relazione illustrativa, il dimensionamento dei vari circuiti, gli schemi elettrici, le indicazioni dei tipi e delle sezioni da utilizzare nei vari tratti dell'impianto, a partire dall'allaccio alle rete pubblica o dal quadro elettrico; verranno altresì forniti altri disegni particolareggiati contenenti informazioni sui componenti e sui particolari esecutivi dell'impianto.

L'appaltatore, per la preventiva accettazione dei materiali, dovrà fornire alla direzione lavori la campionatura di tutti i componenti, siano essi relativi ai componenti della rete che interruttori, placche e quant'altro necessario.

Tutte le norme vigenti, le leggi, i regolamenti, siano essi di carattere generale o di dettaglio, riguardanti il territorio nazionale, europeo o territoriale e ogni altra disposizione tecnica, dovranno essere scrupolosamente osservate, sia in fase di eventuale progettazione che in fase di esecuzione, dovendo l'appaltatore a lavori ultimati fornire certificazione di conformità.

In generale gli impianti nuovi o le integrazioni di quelli esistenti dovranno essere realizzati usando cautele tali da non danneggiare nessuna parte dell'edificio e da non pregiudicarne i valori storico-artistici.

Come già detto nelle generalità, saranno evitati impianti sottotraccia, con rotture e demolizioni delle parti murarie, preferendo, ove possibile, soluzioni a vista che prevedono l'impiego di canaline idonee e normate, tubi, canali, siano essi già in commercio che predisposti su disegno oppure utilizzando cavità esistenti nelle parti del manufatto da trattare quali canne fumarie, camini, cavedi, sottotetti, intercapedini, battiscopa, soglie e pavimenti facilmente accessibili.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella individuazione dei percorsi delle linee di alimentazione e nella ubicazione delle apparecchiature, in relazione alle esigenze di carattere architettonico e estetico del manufatto.

Saranno sempre da preferire impianti dotati di più circuiti realizzati per affinità di funzione, resi reciprocamente indipendenti, corredati di disgiuntori per il disinserimento del passaggio di corrente in caso di non necessità di funzionamento.

Caratteristiche dell'impianto elettrico

Gli apparecchi e i materiali da impiegare nella realizzazione dell'impianto elettrico dovranno essere, oltre che di buona qualità, di lunga durata e isolamento, conformi alle norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI – UNEL, ove queste risultassero pubblicate e vigenti.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi alle prescrizioni di tali norme e tabelle dovrà essere attestata dalla presenza del contrassegno dell'Istituto italiano del marchio di qualità (IMQ) o certificazione equivalente per i materiali di provenienza estera.

Le linee elettriche correranno all'interno di specifiche tubazioni di materiale termoplastico conforme alle norme CEI o di altro tipo di tubazione, purché siano rispettate le norme tecniche di riferimento.

Il diametro delle tubazioni nelle quali corrono i cavi elettrici dovranno essere dimensionati per far scorrere all'interno la quantità di cavi necessaria per il tratto di impianto e prevedere altresì un adeguato spazio per eventuali future integrazioni o eventuali sfilamenti per sostituzioni; il diametro interno non dovrà comunque essere inferiore a 10 mm.

Le parti in tensione delle prese di corrente e dei comandi dovranno essere montate su materiali ceramici o simili aventi le medesime caratteristiche dielettriche. Tutte le linee saranno realizzate con fili di rame elettrolitico ricotto conformemente alle prescrizioni contenute nelle norme CEI e isolate con l'impiego di materiale termoplastico continuo, compatto, privo di difetti, danneggiamenti, abrasioni o qualunque altra alterazione dannosa.

I materiali e gli apparecchi che l'appaltatore utilizzerà negli impianti dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, termiche o ambientali alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

Ogni singola fase dei lavori, specie quando si presentino possibilità di variazioni, dovrà essere attentamente valutata e concordata con la direzione lavori la quale, sia in corso d'opera sia dopo l'ultimazione dei lavori, potrà in qualsiasi momento procedere a verifiche atte a accertare l'efficacia delle prese a terra, lo stato di isolamento dei conduttori, l'efficacia delle protezioni e la conformità dell'impianto elettrico al progetto approvato.

L'appaltatore, fino all'approvazione del collaudo da parte della stazione appaltante, anche se la direzione lavori avrà approvato i materiali, è ritenuto responsabile della funzionalità e integrità dell'impianto ed è obbligato, se necessario, a eseguire sostituzioni, riparazioni e integrazioni qualora se ne presentasse l'esigenza.

Dovrà altresì presentare entro 30 giorni dalla ultimazione dell'impianto copia dei disegni di tutta la rete, contenenti eventuali modifiche e integrazioni eseguite in opera, così che venga tutto documentato.

Il collaudo finale dell'impianto servirà a verificare che il progetto approvato sia stato rispettato in tutte le sue caratteristiche, servirà a verificare l'efficacia delle protezioni, la resistenza all'isolamento, l'efficacia delle prese a terra, lo stato di isolamento dei conduttori, la corretta realizzazione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto e ogni altro elemento possa essere utile a certificare che l'impianto sia completo e funzionante.

Si riportano di seguito alcune specifiche:

- quadri elettrici;
- tubazioni e canalizzazioni;
- cassette di derivazione;
- conduttori e cavi.

QUADRI ELETTRICI

A protezione dell'impianto, posto a valle del componente destinato alla misura, l'appaltatore installerà un interruttore magnetotermico differenziale automatico con funzione di protezione contro le sovratensioni. Tale quadro generale principale sarà costituito da una struttura in lamiera atta a ospitare componenti modulari e apparecchiature. Avrà un grado di protezione non inferiore a IP40 con sportellino dei quadri di spessore di 15/10. A garanzia contro intrusioni e manomissioni, tale sistema di chiusura dovrà essere dotato di maniglia di chiusura con serratura a chiave e vetro temperato da 4 mm. Esso sarà verniciato con prodotti epossidici o simili, al fine di ottenere un'elevata resistenza agli agenti atmosferici.

Gli eventuali quadri secondari avranno, similmente, una struttura in lamiera di tipo modulare, con sportellino dotato di maniglia munita di serratura a chiave e vetro temperato e un grado di protezione non inferiore a IP40.

Attraverso la trasparenza degli sportelli sarà possibile identificare gli interruttori posti all'interno, i quali saranno altresì segnalati e identificati con opportuna etichettatura.

In relazione al quadro elettrico a servizio della centrale termica, le caratteristiche dovranno essere simili a quelle dei quadri secondari ma con un grado di protezione di almeno IP55.

Il dimensionamento dei quadri terrà conto degli effetti termici nonché degli effetti elettrodinamici derivanti da eventuali cortocircuiti che dovessero generarsi. I quadri elettrici dovranno essere dotati di schema elettrico redatto secondo le vigenti norme CEI, di targhette indicanti la funzione dei singoli componenti, di targhe di legge e di dichiarazione di conformità redatta ai sensi della norma CEI 17-13/1 e corredato di ogni altra apparecchiatura e ogni altro accessorio utile a dare il quadro completo e funzionante a perfetta regola d'arte.

Per l'alimentazione degli interruttori derivati, i conduttori saranno flessibili con caratteristiche autoestinguenti, mentre i collegamenti di potenza partiranno da appositi distributori trifase diretti ai singoli componenti di protezione e di comando.

Tutti i conduttori saranno posti in canalette in PVC autoestinguenti, dimensionate per le conduzioni attuali e future dell'impianto, le quali consentiranno lo sfilamento dei cavi nonché l'eventuale integrazione per ampliamento dell'impianto stesso; ogni conduttore sarà contrassegnato con appositi anelli numerati, secondo le indicazioni dello schema elettrico; gli apparecchi dovranno essere di primaria casa costruttrice e di caratteristiche omogenee, così da garantire la massima selettività; gli apparecchi derivati dovranno essere di tipo modulare con modulo Din 45 mm.

Si utilizzeranno i seguenti tipi di quadri elettrici:

TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI

Le canalizzazioni o le tubazioni da impiegarsi per i singoli impianti saranno in funzione del tipo di posa e delle condizioni generali di installazione e seguiranno scrupolosamente le indicazioni di progetto nonché le disposizioni di cantiere, sia nell'uso dei materiali che nel sistema di posa.

Potranno essere adoperati i seguenti tipi di tubazioni o canalizzazioni, purché dotati di marchio IMQ oppure equivalente:

- canalina in acciaio zincato, staffata alle parti murarie orizzontali o verticali, avente le dimensioni indicate in progetto; laddove sia necessario lasciare in vista il condotto e proteggerlo da eventuali sollecitazioni meccaniche esterne purché sia dotato di possibilità di ispezione;
- tubo in acciaio zincato, inox o rame da staffare a parete e a soffitto nelle dimensioni indicate a progetto; qualora vi siano le medesime condizioni precedenti e quando si debbano lasciare a vista interi impianti o tratti per non danneggiare il manufatto con operazioni sottotraccia;

- cavidotto di tipo flessibile in polietilene dotato delle caratteristiche previste per l'interramento, resistente perciò allo schiacciamento di 750 N;
 - cavidotto di tipo rigido in materiale termoplastico autoestinguente adatto a essere direttamente interrato, resistente allo schiacciamento di 750 N;
 - tubazioni in PVC autoestinguente di tipo rigido, piegabile a freddo, colore grigio chiaro RAL 7035, diametro minimo 16 mm, completo di raccordi che garantiscono un livello di protezione IP44, adatto per impianti a vista;
 - tubo flessibile corrugato in PVC (forasite) autoestinguente, serie leggera diametro minimo mm 16, adatto per essere incassato a parete o a soffitto, resistente allo schiacciamento di 350 N;
 - tubo flessibile corrugato in PVC (forasite) autoestinguente, serie leggera diametro minimo mm 16, adatto per essere incassato nel pavimento, resistente allo schiacciamento di 750 N.
- Si utilizzeranno i seguenti tipi di canalizzazioni e di tubazioni:

CASSETTE DI DERIVAZIONE

Tutte le giunzioni, i collegamenti e le derivazioni dei conduttori dovranno essere eseguite all'interno di apposite cassette di derivazione e, in nessun caso, potranno essere realizzati simili collegamenti all'interno di scatole portafrutti, tubazioni o cavidotti.

Tali giunzioni dovranno essere realizzate con appositi morsetti volanti o componibili, di tipo a serraggio indiretto. Le cassette di derivazione saranno in PVC autoestinguente, complete di coperchio e di guarnizione. Nelle cassette a cui afferiscono sistemi con tensioni nominali, le canaline in acciaio zincato di impianti a vista afferiranno in scatole di derivazione in PVC, in acciaio o in lega leggera: da tali scatole, mediante altre tubazioni flessibili o rigide si potrà proseguire l'impianto.

In ogni caso, negli impianti a vista, il collegamento tubo-cassetta dovrà essere realizzato esclusivamente mediante appositi raccordi che garantiscano IP44.

L'appaltatore avrà cura di rispettare il posizionamento delle apparecchiature indicato sulle planimetrie o disposto in cantiere.

Si utilizzeranno i seguenti tipi di cassette di derivazione:

CONDUTTORI E CAVI

Tutti i conduttori, indipendentemente dalla tipologia cui appartengono, dovranno essere autoestinguenti e a anti-propagazione d'incendio, secondo le norme CEI 20-22 e dovranno essere dotati di Marchio italiano di qualità (IMQ) o certificazione estera equivalente.

Si utilizzeranno i seguenti tipi di conduttori e cavi:

- 1,5 mm² per i circuiti di illuminazione e segnalazione;
- 2,5 mm² per i circuiti di forza motrice.

Altre prescrizioni:

I cavi, in relazione all'utilizzo che dovrà farsene, potranno avere il conduttore di protezione giallo-verde oppure lo stesso potrà essere separato, rispettando le sezioni minime previste dalle normative.

Alla terminazione di ogni linea, i cavi dovranno essere intestati e muniti di appositi capicorda.
Tutte le linee dovranno essere contrassegnate alle loro estremità con anelli numerati.
Le sezioni minime dei conduttori saranno quelle indicate in tabella 5 (norme CEI 315 2.2.04).

Descrizione	N/mm ²
Illuminazione e relative prese a spina – Linee dorsali e derivazioni	
- Alle singole prese	2,5
- Derivazioni ai singoli punti luce	1
Usi domestici e relative prese a spina	
Circuiti principali (dorsali), se destinati a alimentare anche un apparecchio di cottura	6
- Circuiti principali (dorsali), negli altri casi	4
- Derivazioni per un apparecchio di cottura	4
- Derivazioni ai singoli utilizzatori o alle singole prese	2,5
Montanti al servizio delle singole utenze	6

Tabella 5 – Sezioni minime dei conduttori

APPARECCHI DI COMANDO - PRESE DI CORRENTE

Gli apparecchi di comando saranno di tipo modulare componibile, con portata nominale di 250V – 16A, sia per impianti incassati sia per impianti a vista.

In tutti i locali il grado di protezione da garantire deve essere IP20, tranne per ambienti a destinazione particolare per i quali sarà previsto il grado di protezione prescritto dalle norme vigenti.

Le prese di corrente saranno dei seguenti tipi:

Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione dovrà rispettare le specifiche norme tecniche, a seconda della tipologia di destinazione d'uso degli ambienti e degli edifici.

Dovrà essere realizzato anche l'impianto di illuminazione di sicurezza per tutte le aree indicate in progetto o disposte in sede di cantiere dalla direzione lavori.

Si riportano di seguito alcuni valori di riferimento per l'illuminazione di alcuni locali:

- ambienti di abitazione: 150 lux;
- corridoi, passaggi, scale: 100 lux;
- uffici e laboratori: 150 lux;
- uffici tecnici 500: lux;
- edifici ad uso pubblico quali banche, scuole, ospedali: 250 lux;
- zone pedonali e strade interne di lottizzazione: 10 lux.

Relativamente a musei e luoghi nei quali si tengano esposizioni, si potrà fare riferimento ai valori indicati di seguito, tenendo conto che per opere specifiche saranno disposte indicazioni e prescrizioni da parte degli uffici preposti alla tutela dell'opera:

- musei: in generale max 300 lux;
- pietre, ceramiche, vetri, gioielli, metalli: 300 lux;
- dipinti, lacche, legni: da 160 a 180 lux;
- manoscritti, stampe, disegni, tessuti: max 50 lux.

L'appaltatore dovrà portare in cantiere i campioni dei corpi illuminanti da installare e dovrà sottoporli all'approvazione della direzione lavori.

Nella posa, dovrà attenersi scrupolosamente al progetto, alle disposizioni impartite e alle norme tecniche di riferimento.

Verranno utilizzate le seguenti tipologie di corpi illuminanti:

- illuminazione d'emergenza su circuito autonomo: in alcuni corpi illuminanti saranno installati punti luce per l'illuminazione di emergenza, nel caso in cui dovesse mancare la tensione di rete. L'illuminazione dovrà

garantire un livello di illuminamento medio di circa 5 lux; sarà costituita da un accumulatore e da un inverter cablati all'interno dei corpi illuminanti, secondo lo schema e il posizionamento indicati in progetto. All'interno dei quadri elettrici dovrà essere predisposto un circuito luce destinato alla ricarica degli accumulatori inseriti nei corpi illuminanti. Gli accumulatori dei kit di emergenza inseriti nei vari corpi illuminanti saranno alimentati dal circuito separato che provvede all'alimentazione del corpo illuminante;

- plafoniere autoalimentate per illuminazione d'emergenza: verranno installate nelle vie di fuga, sopra le porte di uscita di sicurezza e saranno costituite da un corpo in materiale resistente alla fiamma e complete di pittogramma indicante USCITA DI SICUREZZA. Queste saranno posizionate seguendo il progetto specifico;

- plafoniere fluorescenti compatte per locali di servizio: saranno installate a parete o a soffitto nei locali di piccole dimensioni. Saranno costituite da un corpo in polietilene, in policarbonato o simile, contenente la piastra in lamiera. Il cablaggio dovrà essere di tipo rifasato e dotato di condensatore antidisturbo radio. Alcune di queste plafoniere, come indicato in planimetria, dovranno essere equipaggiabili con i kit di emergenza;

- plafoniere fluorescenti per corridoi e scale: saranno costituite da un corpo in polietilene, in policarbonato o simile contenente la piastra in lamiera. Il cablaggio dovrà essere di tipo rifasato e dotato di condensatore antidisturbo radio. Potranno essere equipaggiate con lampada a basso consumo, devono essere equipaggiabili con kit di emergenza;

- apparecchi fluorescenti per uffici: verranno installati negli uffici e in tutti quei locali nei quali si utilizzeranno videotermini. Saranno costituiti da un corpo in lamiera con schermo diffusore anticaduta, e ottica a doppia parabolicità (longitudinale e trasversale) in alluminio antiriflesso;

- apparecchi illuminanti a contributo di luce indiretta: saranno costituiti da un corpo in vetro sabbiato, opalino o simile; il diffusore sarà in vetro e saranno equipaggiati con lampada a ioduri metallici. Tali apparecchi saranno fissati al soffitto tramite braccio metallico in acciaio. Alcuni, come indicato in planimetria, saranno equipaggiati di kit di emergenza;

- apparecchi illuminanti a luce diretta/indiretta: saranno costituiti da un corpo in vetro sabbiato, opalino o simile, il diffusore sarà in vetro e saranno equipaggiati con lampada a ioduri metallici e lampada fluorescente compatta. Alcuni, come indicato in planimetria, saranno equipaggiati di kit di emergenza. L'apparecchio in questione sarà fissato a parete;

- plafoniere fluorescenti stagne per esterni o per luoghi nei quali sia necessaria la tenuta stagna: saranno costituite da un corpo in policarbonato contenente la piastra in lamiera. Il cablaggio dovrà essere di tipo rifasato e dotato di condensatore antidisturbo radio;

- plafoniere con ottica satinata: saranno costituite da un corpo in lamiera di acciaio contenente la piastra portapparecchi ottica satinata con traversini rigati in alluminio. Il cablaggio dovrà essere di tipo rifasato e dotato di condensatore antidisturbo radio.

Altre tipologie:

Impianto di rilevazione incendi e fughe di gas

L'impianto di rilevazione dei fumi o delle fughe di gas rileverà la presenza di eventuali focolai di combustione, fiamme in atto oppure fughe di gas, in modo da segnalare urgenza e necessità di intervento. Sarà realizzato con grande cura, rispettando i posizionamenti previsti in progetto o disposti in fase esecutiva, sia per quanto riguarda i rilevatori che per la centrale di rilevamento e le sirene di allarme: il loro numero e la loro posizione dipenderà dalle condizioni dell'edificio e da quelle di esercizio dei singoli ambienti.

Le apparecchiature di rilevazione dovranno essere estremamente sensibili e in grado di rilevare ogni minima presenza di focolaio o di gas e saranno adeguate al tipo di ambiente e alle condizioni nelle quali dovranno effettuare la rilevazione (rilevatori ottici o termovelocimetrici) inoltrando tale segnalazione all'impianto di allarme predisposto, il quale dovrà essere luminoso e acustico così che sia facilmente percettibile la condizione di pericolosità presente. I sensori saranno automatici e individuabili singolarmente; dovranno essere collegati a una centrale a microprocessore automatico collocata in luogo facilmente accessibile e in posizione immediatamente visibile, cosicché gli addetti possano essere in grado di individuare immediatamente il luogo nel quale è in corso il focolaio.

Le apparecchiature risponderanno a tutti i requisiti di legge previsti per tale tipo di impianto e dovranno funzionare in maniera autonoma, anche in caso di assenza di tensione elettrica: pertanto saranno dotati di accumulatori predisposti allo scopo.

Impianti a bassa presenza di corrente

Gli impianti tecnologici a bassa corrente sono previsti per le antenne TV, centralizzate e individuali, per le antenne satellitari, anche queste centralizzate e non, per impianti citofonici interni e impianti telefonici. L'impianto di chiamata sarà funzionante nei servizi igienici e in ogni altro locale nel quale sia indispensabile; sarà utile inoltre per i disabili.

Tali impianti saranno dotati di adeguata rete costituita da cavi e componenti omologati secondo le norme vigenti.

Saranno necessarie anche scatole di derivazione e collegamenti opportuni per materiale e per tipo, facilmente individuabili in caso di manutenzione.

Potranno essere realizzate canaline specifiche oppure, laddove consentito, potranno essere adoperate le stesse canalizzazioni dell'impianto elettrico.

Impianti per la messa a terra

L'impianto elettrico dell'edificio dovrà essere dotato di rete disperdente posta all'esterno dell'edificio stesso in luogo perimetrale, in modo da raccogliere ogni necessario eventuale collegamento all'esterno dell'impianto interno, in conformità con le norme CEI 64-8.

I dispersori saranno costituiti da paline a croce di adeguate dimensioni, realizzate in acciaio zincato e poste, con adeguata segnalazione, all'interno di pozzetti ispezionabili in posizione facilmente accessibile.

Le paline disperdenti saranno collegate da corda nuda di rame posta direttamente sul terreno; la rete disperdente sarà collegata con collettore al quadro generale, dove saranno stati messi in opera gli opportuni conduttori di protezione e equipotenziali.

Tutte le apparecchiature dovranno far convergere i poli di messa a terra in questa rete di protezione, secondo quanto previsto dalle norme di riferimento.

Impianti di trasmissione dati

Altre prescrizioni

Art. 51. Impianti idrosanitari

Generalità

L'appaltatore dovrà realizzare l'impianto idrosanitario o revisionare quello esistente in conformità con le prescrizioni progettuali e con le disposizioni impartite in fase esecutiva, rispettando le clausole di contratto e le procedure tecnico-esecutive di capitolato.

Il progetto potrà essere già disponibile in fase di appalto oppure, qualora non fosse reso obbligatorio il deposito del progetto presso gli uffici amministrativi, l'appaltatore dovrà provvedere a redigere il progetto esecutivo, rispettando le competenze professionali richieste per la sua redazione.

Il progetto esecutivo dovrà contenere una relazione illustrativa, il dimensionamento delle reti, il calcolo delle portate e dei diametri delle tubazioni di scarico, di distribuzione e di ventilazione nonché gli schemi degli scarichi, le indicazioni dei tipi e delle sezioni di tubi da utilizzare nei vari tratti dell'impianto, a partire dall'allaccio alle rete pubblica o dallo scarico ai collettori pubblici. Saranno altresì forniti altri disegni particolareggiati contenenti informazioni sui particolari esecutivi dell'impianto.

L'appaltatore, per la preventiva accettazione dei materiali, dovrà fornire alla direzione lavori la campionatura di tutti i componenti, siano essi relativi alle tubazioni che agli apparecchi idrosanitari che alle rubinetterie, e quant'altro necessario.

Tutte le norme vigenti, le leggi, i regolamenti, siano essi di carattere generale o di dettaglio, riguardanti il territorio nazionale, europeo o territoriale e ogni altra disposizione tecnica dovranno essere scrupolosamente osservate, sia in fase di eventuale progettazione da parte dell'appaltatore che in fase di esecuzione, dovendo egli, a lavori ultimati, fornire certificazione di conformità.

In generale, gli impianti nuovi o le integrazioni di quelli esistenti dovranno essere realizzati usando cautele e attenzioni tali da non danneggiare alcuna parte dell'edificio e da non pregiudicarne i valori storico-artistici. Come già detto nelle generalità, saranno evitati, ove possibile, impianti sottotraccia, con rotture e demolizioni delle parti murarie e preferite soluzioni a vista, utilizzando tubazioni e controtubazioni idonee e normate, siano esse già in commercio che predisposte su disegno oppure verranno utilizzate cavità esistenti nelle parti del manufatto interessate quali canne fumarie, camini, cavedi, sottotetti e intercapedini facilmente accessibili.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella individuazione dei percorsi, in relazione alle esigenze di carattere architettonico e estetico del manufatto.

In caso di esecuzione di tracce o di scavi, l'appaltatore dovrà sostenere gli oneri derivanti dai lavori inclusi quelli per lo sterro, il rinterro, il taglio nonché le conseguenti riprese di murature, di intonacatura, di tinteggiatura, di ripristino delle pavimentazioni e dei battiscopa.

Caratteristiche dell'impianto idrosanitario

Le portate e i diametri delle tubazioni e delle rubinetterie, in funzione del tipo di apparecchio, dovranno essere tali da consentire il buon funzionamento dell'impianto.

La pressione di esercizio, in ogni punto della rete, non dovrà essere inferiore a 5 atm.

L'impianto comprenderà la fornitura e la posa in opera delle caldaie da predisporre per la produzione di acqua calda, tutti gli eventuali dispositivi di alimentazione e trasformazione, tutti gli accessori quali saracinesche, valvole e rubinetti nonché le condutture per l'adduzione dell'acqua alle caldaie, tutte le restanti condutture e tubazioni complete dei pezzi di raccordo e congiunzione, i rivestimenti con materiali coibenti nei locali non riscaldati e/o nelle intercapedini esterne, le protezioni delle condutture, delle apparecchiature elettriche di servizio all'impianto idrosanitario e degli apparecchi igienico-sanitari e delle rubinetterie.

La posa in opera degli apparecchi sanitari, delle rubinetterie e di ogni altro elemento o accessorio, dovrà essere realizzata seguendo il disegno di progetto, in modo da assicurare l'accessibilità e la mobilità anche in funzione di successivi e eventuali interventi di manutenzione e/o sostituzione, rispettando tutte le norme previste dalle disposizioni di settore.

La disposizione degli apparecchi a pavimento, quali bidet e vasi, dovrà essere eseguita con fissaggio a terra mediante viti in ottone cromato o in acciaio inossidabile su tasselli, impiegando preferibilmente guarnizioni anziché malta.

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere dotato di apposito sifone avente medesimo diametro della piletta con la quale sarà collegato.

La piletta e il sifone avranno diametro opportuno a consentire uno svuotamento rapido dei relativi apparecchi.

Prima della chiusura delle tracce, dei cunicoli o dei cavedi che non dovessero essere più accessibili, prima della esecuzione o del ripristino dei pavimenti, degli intonaci, dei rivestimenti, delle coibentazioni e delle verniciature, dovrà essere effettuata la messa in pressione dell'impianto, con valori non inferiori a 1,5-2 volte quella di esercizio: tale prova deve essere mantenuta ininterrottamente costante per almeno 24 ore.

Durante tale prova idraulica dovranno essere ispezionate le tubazioni e i giunti e nel caso si verificassero perdite o altri inconvenienti, sarà indispensabile procedere alle riparazioni e ripetere nuovamente la prova idraulica. Le spese per la prova idraulica saranno a cura dell'appaltatore e la direzione lavori redigerà un regolare verbale sulla prova eseguita in contraddittorio con l'appaltatore stesso.

Se la prova darà esito positivo, nel verbale sarà dichiarato accettato il tratto di tubazione provato e, dopo i trattamenti protettivi e di identificazione, si potrà procedere con i lavori di rinterro dei cavi e/o di chiusura delle tracce e/o dei cavedi.

Oltre alla suddetta prova di tenuta idraulica della rete di distribuzione, si elencano di seguito tutte le verifiche e le prove alle quali dovrà essere sottoposto l'impianto idrico per l'emissione del certificato di collaudo da parte della direzione lavori:

- prova di tenuta idraulica della eventuale rete antincendio;
- prova di tenuta della rete del gas per il riscaldamento dell'acqua sanitaria;
- prova di portata della rete per l'acqua fredda;
- verifica della circolazione della rete dell'acqua fredda;
- prova di portata della rete dell'acqua calda;
- prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria;
- livelli di rumore ammissibili.

L'appaltatore, fino all'approvazione del collaudo da parte della stazione appaltante, è responsabile della funzionalità e della integrità dell'impianto, pertanto è obbligato a effettuare tutte quelle integrazioni, sostituzioni e riparazioni ritenute indispensabili per il corretto e completo funzionamento secondo la regola dell'arte.

L'impianto idrosanitario comprenderà tutte le apparecchiature, i materiali e le opere necessarie a garantire l'erogazione dell'acqua fredda e calda sanitaria dagli apparecchi previsti.

Dati alla base del progetto:

- temperatura acqua fredda sanitaria: 15°C;
- temperatura acqua calda sanitaria: 45°C.

APPARECCHI

Tutti gli apparecchi sanitari di porcellana dovranno essere di colore (.....) e di prima scelta, a superficie perfettamente liscia, privi di cavilli di sorta e di deformazioni, anche minime, dovute alla cottura. Dovranno essere delle primarie marche nazionali scelte dalla direzione lavori.

In relazione alle rubinetterie, queste dovranno essere del tipo a miscelatore con corpo in ottone cromato, previa nichelatura, a cartuccia ceramica e resistenti alle alte temperature e corrosioni. Dovranno essere delle marche primarie scelte dalla direzione lavori.

Si riportano in tabella 6 alcune portate nominali, pressione e dimensione degli attacchi degli apparecchi sanitari e dei rubinetti di erogazione.

Apparecchio	Portata (L/S)	Pressione minima (Bar)	Diametro alimentazione (pollici)	Diametro scarico (Mm)
Lavabi	0,1	0,5	1/2"	40
Vasche	0,2	0,5	1/2"	50
Bidet	0,1	0,5	1/2"	40
WC a cassetta	0,1	0,5	1/2"	110
Docce	0,1	0,5	1/2"	40

Tabella 6 - Portate nominali, pressione e dimensione degli attacchi degli apparecchi sanitari e dei rubinetti di erogazione

Le tubazioni potranno essere in acciaio zincato, del tipo tubo gas senza saldatura, serie commerciale secondo tabelle UNI 8863, filettati a vite e manicotto quando serviranno per l'esecuzione di tutte le reti dell'acqua calda e fredda a uso sanitario.

Le giunzioni e i raccordi saranno realizzati in ghisa malleabile zincata del tipo con bordo.

Potranno essere utilizzate tubazioni in polipropilene atossico UNI 8078 e similari, a seconda della scelta della direzione lavori. Le tubazioni per scarichi dovranno essere in PE (PN 4) e dovranno essere elettrosaldate. Ogni servizio sarà dotato di colonna di scarico ed esalatore portato sulla copertura, conservando il medesimo diametro.

Le valvole di intercettazione e altri generi di valvolame del tipo pesante avranno attacchi filettati e flangiati a totale passaggio.

Le tubazioni dovranno essere isolate. I naspi antincendio UNI 25 saranno dotati di cassetta di contenimento da incasso con lastra trasparente *safe-crash*, tubo semirigido da 20 m, valvola a sfera da 1" e lancia frazionatrice UNI 25.

Si riportano in tabella 7 alcuni diametri minimi delle tubazioni per gli apparecchi idrosanitari con relativa portata minima.

Apparecchi	Diametro (pollici)	Diametro (mm)	Portata l/sec
Vaso con cassetta	3/8	11	0,10
Vaso con rubinetto a passo rapido	3/4	20	1,50
Lavabo	3/8	11	0,10
Bidet	3/8	11	0,10
Doccia	1/2	16	0,10
Vasca da bagno	1/2	16	0,20
Lavello da cucina	1/2	16	0,20
Lavastoviglie-lavatrice	1/2	16	0,20
Idrante	1/2-3/4	16-20	0,40-0,60

Tabella 7 - Diametri minimi delle tubazioni per gli apparecchi idrosanitari con relativa portata minima

Altre prescrizioni

Art. 52. Impianto fognante

Generalità

L'appaltatore dovrà realizzare l'impianto fognante o revisionare quello esistente in conformità con le prescrizioni progettuali e con le disposizioni impartite in fase esecutiva, rispettando le clausole di contratto e le procedure tecnico-esecutive di capitolato.

Il progetto potrà essere già disponibile in fase di appalto oppure, qualora non fosse reso obbligatorio il deposito del progetto presso gli uffici amministrativi, l'appaltatore dovrà provvedere a redigere il progetto esecutivo rispettando le competenze professionali richieste per la sua redazione.

Il progetto esecutivo dovrà contenere una relazione illustrativa, il dimensionamento delle reti e dei collettori, il calcolo delle portate e dei diametri delle tubazioni, gli schemi dei pozzetti, le indicazioni dei tipi e delle sezioni di tubi da utilizzare nei vari tratti dell'impianto, a partire dall'allaccio alla fogna pubblica. Saranno altresì forniti altri disegni particolareggiati contenenti informazioni sui particolari esecutivi dell'impianto.

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione lavori, per la preventiva accettazione dei materiali, la campionatura di tutti i componenti, siano essi relativi alle tubazioni che ai pozzetti e quant'altro necessario.

Tutte le norme vigenti, le leggi, i regolamenti, siano essi di carattere generale o di dettaglio, riguardanti il territorio nazionale, europeo o territoriale e ogni altra disposizione tecnica dovranno essere scrupolosamente osservati, sia in fase di eventuale progettazione che in fase di esecuzione, dovendo l'appaltatore, a lavori ultimati, fornire certificazione di conformità.

In generale gli impianti nuovi o le integrazioni di quelli esistenti dovranno essere realizzati usando cautele e attenzioni tali da danneggiare in alcun modo nessuna parte dell'edificio e a non pregiudicarne i valori storico-artistici.

Come già detto nelle generalità, saranno evitati, ove possibile, impianti sottotraccia, con rotture e demolizioni delle parti murarie e preferite soluzioni a vista, tramite l'impiego di tubazioni e controtubazioni idonee e normate, siano esse già in commercio che predisposte su disegno oppure verranno utilizzate cavità già esistenti nelle parti del manufatto interessate, quali intercapedini facilmente accessibili.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella individuazione dei percorsi, in relazione alle esigenze di carattere architettonico e estetico del manufatto.

In caso di esecuzione di tracce o di scavi, l'appaltatore dovrà sostenere gli oneri derivanti dai lavori, inclusi quelli per lo sterro, il rinterro, il taglio nonché le conseguenti riprese di murature, di intonacatura, di tinteggiatura, di ripristino delle pavimentazioni e dei battiscopa.

Caratteristiche dell'impianto fognante

Tutte le tubazioni dovranno avere requisiti idonei al tipo di impianto eseguito.

Le portate e i diametri delle tubazioni, dei pozzetti e delle saracinesche dovranno essere tali da consentire il buon funzionamento dell'impianto.

L'impianto dovrà comprendere la fornitura e la posa in opera di accessori quali saracinesche, pozzetti sifonati dotati di coperchi carrabili e non, coperchi in ghisa o in cemento oppure forazze.

L'appaltatore dovrà fornire e mettere in opera anche i rivestimenti con materiali termoisolanti nei locali nei quali è necessario non vi siano rumori e nelle intercapedini esterne soggette a bruschi abbassamenti di temperatura.

La posa in opera dei pozzetti e di ogni altro elemento o accessorio dovrà essere realizzata seguendo il disegno di progetto, in modo da assicurare l'accessibilità anche in funzione di successivi e eventuali interventi di manutenzione e/o sostituzione, rispettando tutte le norme previste dalle disposizioni di settore. Prima della chiusura delle tracce, dei cunicoli o dei cavedi che non dovessero essere più accessibili, prima della esecuzione o del ripristino dei pavimenti, degli intonaci, dei rivestimenti, delle coibentazioni, delle verniciature, dovrà essere effettuata la messa in pressione dell'impianto: tale prova dovrà essere mantenuta ininterrottamente per almeno 24 ore. Durante tale prova dovranno essere ispezionate le tubazioni e i giunti e nel caso si dovessero verificare perdite o altri inconvenienti sarà indispensabile procedere alle riparazioni e ripetere nuovamente la prova idraulica. Le spese per la prova idraulica saranno a cura dell'appaltatore e la direzione lavori redigerà un regolare verbale sulla prova eseguita in contraddittorio con l'appaltatore stesso. Se la prova darà esito positivo, nel verbale sarà dichiarato accettato il tratto di tubazione provato e, dopo i trattamenti protettivi e di identificazione, si potrà procedere con i lavori di rinterro dei cavi e/o di chiusura delle tracce e/o dei cavedi.

L'appaltatore, fino all'approvazione del collaudo da parte della stazione appaltante, è responsabile della funzionalità e della integrità dell'impianto: pertanto è obbligato a effettuare tutte quelle integrazioni, sostituzioni e riparazioni ritenute indispensabili per il corretto e completo funzionamento secondo la regola dell'arte.

L'impianto fognante comprenderà tutte le apparecchiature, i materiali e le opere necessarie a garantire la corretta regola dell'arte.

Art. 53. Impianti di riscaldamento

Generalità

L'appaltatore dovrà realizzare l'impianto di riscaldamento e di raffrescamento, o revisionare quello esistente in conformità con le prescrizioni progettuali e con le disposizioni impartite in fase esecutiva, rispettando le clausole di contratto e le procedure tecnico-esecutive di capitolato.

Il progetto potrà essere già disponibile in fase di appalto oppure, qualora non fosse reso obbligatorio il deposito del progetto presso gli uffici amministrativi, l'appaltatore dovrà provvedere a redigere il progetto esecutivo, rispettando le competenze professionali richieste per la sua redazione.

Il progetto esecutivo dovrà contenere una relazione illustrativa, il dimensionamento delle reti, il calcolo delle portate e dei diametri delle tubazioni, gli schemi dei corpi radianti, le indicazioni dei tipi e delle sezioni dei tubi da utilizzare nei vari tratti dell'impianto, a partire dall'allaccio alle rete pubblica. Saranno altresì forniti altri disegni particolareggiati contenenti informazioni sui particolari esecutivi dell'impianto. L'appaltatore, per la preventiva accettazione dei materiali, dovrà fornire alla direzione lavori la campionatura di tutti i componenti, siano essi relativi alle tubazioni che ai corpi radianti o raffrescanti e quant'altro necessario.

Tutte le norme vigenti, le leggi, i regolamenti, siano essi di carattere generale o di dettaglio, riguardanti il territorio nazionale, europeo o territoriale e ogni altra disposizione tecnica dovranno essere scrupolosamente osservate, sia in fase di eventuale progettazione che in fase di esecuzione, dovendo l'appaltatore a lavori ultimati fornire certificazione di conformità.

In generale, gli impianti nuovi o le integrazioni di quelli esistenti dovranno essere realizzati usando cautele e attenzioni tali da non arrecare danno a nessuna parte dell'edificio e a non pregiudicarne i valori storico-artistici.

Come già detto nelle generalità saranno evitati, ove possibile, impianti sottotraccia, con rotture e demolizioni delle parti murarie e preferite soluzioni a vista, utilizzando tubazioni e controtubazioni idonee e normate, siano esse già in commercio che predisposte su disegno oppure verranno utilizzate cavità esistenti nelle parti del manufatto interessato quali canne fumarie, camini, cavedi, sottotetti e intercapedini facilmente accessibili.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella individuazione dei percorsi in relazione alle esigenze di carattere architettonico e estetico del manufatto.

In caso di esecuzione di tracce o di scavi, l'appaltatore dovrà sostenere gli oneri derivanti dai lavori, inclusi quelli per lo sterro, il rinterro, il taglio nonché le conseguenti riprese di murature, di intonacatura, di tinteggiatura, di ripristino delle pavimentazioni e dei battiscopa.

Caratteristiche dell'impianto di riscaldamento e di raffrescamento

Tutte le tubazioni dovranno avere requisiti idonei al tipo di impianto eseguito.

Le portate e i diametri delle tubazioni e delle saracinesche dovranno essere tali da consentire il buon funzionamento dell'impianto.

L'impianto comprenderà la fornitura e la posa in opera delle caldaie previste per la produzione del calore, tutti gli eventuali dispositivi di alimentazione e trasformazione, accessori quali saracinesche, valvole, rubinetti.

Spetterà altresì all'appaltatore la fornitura e la posa in opera delle condutture per l'adduzione dell'acqua alle caldaie, di tutte le restanti condutture e tubazioni complete dei pezzi di raccordo e congiunzione, dei rivestimenti con materiali coibenti nei locali non riscaldati e/o nelle intercapedini esterne, dei corpi scaldanti completi di ogni accessorio secondo le indicazioni di progetto, delle protezioni delle condutture, delle apparecchiature elettriche di servizio all'impianto di riscaldamento e di raffrescamento.

La posa in opera dei corpi radianti, dei corpi destinati al raffrescamento e di ogni altro elemento o accessorio, dovrà essere realizzata seguendo il disegno di progetto, in modo da assicurare l'accessibilità anche in funzione di successivi e eventuali interventi di manutenzione e/o sostituzione, rispettando tutte le norme previste dalle disposizioni di settore; il loro fissaggio dovrà avvenire a parete, mediante adeguato sistema che garantisca la tenuta nel tempo; dovranno essere posti in maniera tale che risultino a piombo e in piano, correttamente distanziati dalla parete di supporto.

Prima della chiusura delle tracce, dei cunicoli o dei cavedi che non dovessero essere più accessibili, prima della esecuzione o del ripristino dei pavimenti, degli intonaci, dei rivestimenti, delle coibentazioni e delle

verniciature, dovrà essere effettuata la messa in pressione dell'impianto, con valori non inferiori a 1,5-2 volte quella di esercizio. Tale prova dovrà essere mantenuta ininterrottamente costante per almeno 24 ore. Durante tale prova dovranno essere ispezionate le tubazioni e i giunti e nel caso si dovessero verificare perdite o altri inconvenienti, sarà indispensabile procedere alle riparazioni e ripetere nuovamente la prova idraulica. Le spese per la prova idraulica saranno a cura dell'appaltatore e la direzione lavori redigerà un regolare verbale sulla prova eseguita in contraddittorio con l'appaltatore stesso; se la prova darà esito positivo, nel verbale sarà dichiarato accettato il tratto di tubazione provato e, dopo i trattamenti protettivi e di identificazione, si potrà procedere con i lavori di rinterro dei cavi e/o di chiusura delle tracce e/o dei cavedi. Oltre alla suddetta prova di tenuta idraulica della rete, di seguito saranno dettagliatamente elencate tutte le verifiche e le prove alle quali dovrà essere sottoposto l'impianto idrico per l'emissione del certificato di collaudo da parte della direzione lavori:

- prova di tenuta idraulica della rete idrica verso i corpi radianti;
- prova di tenuta della rete del gas per il riscaldamento dell'acqua verso i corpi radianti;
- prova di portata della rete per l'acqua fredda;
- verifica della circolazione della rete dell'acqua fredda;
- prova di portata della rete dell'acqua calda;
- livelli di rumore ammissibili.

L'appaltatore, fino all'approvazione del collaudo da parte della stazione appaltante, è responsabile della funzionalità e della integrità dell'impianto: pertanto è obbligato a effettuare tutte quelle integrazioni, sostituzioni, riparazioni ritenute indispensabili per il corretto e completo funzionamento secondo la regola dell'arte.

L'impianto di riscaldamento e di raffrescamento comprenderà tutte le apparecchiature, i materiali e le opere necessarie a garantire la corretta regola dell'arte.

Altre prescrizioni

Art. 53. Altri impianti

PARTE V
COLLOCAMENTO IN OPERA E ORDINE DA TENERSI NELLA CONDUZIONE DEI
LAVORI

COLLOCAMENTO IN OPERA DI MATERIALI E DI MANUFATTI

Art. 1. Generalità

L'appaltatore dovrà mettere in opera materiali e manufatti prelevandoli dal luogo di deposito o dal sito nel quale sono depositati e trasportarli, a propria cura e spese, nel luogo nel quale dovranno essere impiegati o messi in opera.

Deve intendersi quale trasporto sia quello effettuato a mano che quello effettuato con qualsiasi mezzo di trasporto o con qualsiasi ausilio necessario anche al carico e allo scarico, sia per spostamenti orizzontali che per trasporti in verticale (ossia per innalzamento) e sarà l'appaltatore a restare comunque responsabile di eventuali danni a cose o persone che da ciò dovessero derivare.

L'appaltatore sarà responsabile dei manufatti e dei materiali sia durante il trasporto che in caso di deposito in cantiere in vista di utilizzo e di montaggio, pertanto dovrà provvedere a adottare adeguate modalità di protezione.

Trasporterà e provvederà alla protezione anche di materiali e manufatti provenienti da altre ditte oppure provenienti dallo stesso cantiere, i quali saranno accatastati in apposito luogo, anche lontano dal cantiere. Provvederà personalmente al collocamento in opera, salvo disposizioni diverse se previste in appalto e sarà pertanto responsabile di qualunque vizio, danno o difetto invalidanti l'impiego del materiale trasportato.

Art. 2. Collocamento in opera di manufatti in legno

Tutti gli infissi in legno e gli altri accessori, quali telai e contro telai, indipendentemente dalla tipologia e dalla forma, dovranno essere trasportati e messi in opera secondo le modalità specificatamente richieste.

Dovranno essere completamente puliti, privi di ogni danno superficiale e di funzionalità derivante dalle condizioni di trasporto e da quelle di montaggio: pertanto sarà cura dell'appaltatore proteggerli opportunamente anche nella fase di deposito in cantiere, intervenendo anche con avvolgimenti individuali che ne garantiscano l'indennità.

Saranno murati con zanche o staffe oppure fissati con tasselli a espansione o con altro sistema ritenuto idoneo dalla direzione lavori, purché a montaggio ultimato l'infisso sia perfettamente funzionante in ogni sua parte e non presenti dannosi sbilanciamenti e fuori piombo che non siano in grado di assicurare la corretta disposizione delle ante.

Ogni necessario ripristino delle finiture intorno agli infissi sarà realizzato a cura dell'appaltatore.

Art. 3. Collocamento in opera di manufatti in ferro

Tutti gli infissi in ferro e gli altri accessori, quali telai e contro telai, inclusi altri manufatti quali ringhiere, inferriate o altro, indipendentemente dalla tipologia e dalla forma, dovranno essere trasportati e messi in opera secondo le modalità specificatamente richieste.

Dovranno essere completamente puliti, privi di ogni danno superficiale e di funzionalità derivante dalle condizioni di trasporto e da quelle di montaggio, pertanto sarà cura dell'appaltatore proteggerli opportunamente anche nella fase di deposito in cantiere, intervenendo anche con avvolgimenti individuali che ne garantiscano l'indennità.

Saranno murati con zanche o staffe oppure fissati con tasselli a espansione o con altro sistema ritenuto idoneo dalla direzione lavori, purché a montaggio ultimato l'infisso o il manufatto sia perfettamente funzionante in ogni sua parte e non presenti dannosi sbilanciamenti e fuori piombo che non siano in grado di assicurare la corretta disposizione delle ante.

Ogni necessario ripristino delle finiture intorno agli infissi sarà realizzato a cura dell'appaltatore.

Art. 4. Collocamento in opera di manufatti in pietra e in marmo

Tutti i manufatti in pietra naturale e in pietra artificiale (quali manufatti in laterizio, incluse cornici realizzate a piè d'opera in cemento) e in marmo, indipendentemente dalla tipologia e dalla forma, dovranno essere trasportati e messi in opera secondo le specifiche modalità richieste.

Dovranno essere completamente puliti, privi di ogni danno superficiale e di funzionalità derivante dalle condizioni di trasporto e da quelle di montaggio, pertanto sarà cura dell'appaltatore proteggerli

opportunamente anche nella fase di deposito in cantiere, intervenendo se necessario con avvolgimenti individuali che ne garantiscano l'indennità.

Saranno murati con zanche, con perni o con staffe oppure fissati con tasselli a espansione o con altro sistema ritenuto idoneo dalla direzione lavori, purché a montaggio ultimato siano perfettamente posizionati, rispettando tutti i requisiti della regola dell'arte.

Non dovranno presentare crinature, scheggiature, raschiature o altro danno visibile o funzionale, pertanto l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese all'eventuale ripristino o alla eventuale sostituzione.

Il montaggio sarà ritenuto corretto se a tergo delle lastre o dei manufatti gli eventuali vuoti saranno stati riempiti in modo da assicurare una adeguata superficie di appoggio e di aderenza che li metta al riparo da rotture. Dovrà essere utilizzata la malta prevista nelle singole voci di lavorazione, evitando il più possibile l'impiego di malta cementizia e di additivi acceleranti o ritardanti della presa.

Potrà essere richiesto il montaggio a macchia aperta, a vene parallele, a vene ortogonali o ad altro disegno. L'appaltatore provvederà in opera a effettuare gli eventuali e necessari adattamenti dei singoli elementi al luogo nel quale dovranno essere collocati, senza che ciò sia di nocumento ai materiali e ai manufatti e rimanendo sempre responsabile anche per forniture fatte da altri.

Nel caso di montaggio di cornici, stipiti, trabeazioni e altro, l'appaltatore dovrà provvedere assicurando il piombo verticale e l'orizzontalità perfetta. Potrà procedere anche mediante getti che inglobino le ammorsature, specie se richiesto dalla direzione lavori, senza che con ciò si debbano mettere in conto compensi aggiuntivi.

Tutti i giunti e le committiture dovranno essere realizzate a perfetta regola d'arte, in modo da risultare visibili il meno possibile.

Nel caso di soglie, gradini, cornici e timpani esterni, questi dovranno possedere l'adeguata pendenza per assicurare l'allontanamento delle acque.

Art. 5. Collocamento in opera di manufatti forniti dalla stazione appaltante

Nel caso in cui la stazione appaltante abbia disponibilità dei materiali e dei manufatti da collocare in opera oppure tali materiali e manufatti siano stati prelevati nello stesso cantiere oggetto dell'appalto, l'appaltatore avrà cura di provvedere al loro trasporto e alla loro conservazione, seguendo scrupolosamente le norme già illustrate in precedenza.

Egli, infatti, rimarrà sempre responsabile del materiale consegnatogli e pertanto dovrà provvedere all'adeguata conservazione dello stesso in modo da assicurarne l'indennità.

In relazione alla collocazione in opera valgono tutte le osservazioni già illustrate, incluse le modalità di trasporti e l'uso di mezzi nonché gli adattamenti delle parti al cantiere.

Art. 6. Collocamento in opera di altri manufatti

Art. 7. Collocamento in opera di manufatti compensati a corpo

Art. 8. Ordine da tenersi nella conduzione dei lavori

L'appaltatore potrà organizzare le lavorazioni e gli interventi con una certa discrezionalità, specie quando le lavorazioni siano subordinate a forniture particolari e realizzate da altri soggetti a lui facenti capo.

Egli, tuttavia, dovrà organizzarsi in maniera tale da assicurare la continuità dei lavori e anche una logica consequenzialità tra le varie lavorazioni in maniera che le stesse risultino compiute a regola d'arte nei tempi contrattuali previsti e secondo il cronoprogramma disposto e in modo che nella successione delle opere non si arrechi pregiudizio o nocimento alla stazione appaltante.

Nel caso di forniture a carico dell'amministrazione appaltante, la direzione lavori, a suo giudizio o su richiesta della stessa amministrazione, potrà disporre l'esecuzione delle relative opere, senza che l'appaltatore possa essere ostativo o richiedere compensi aggiuntivi.