COMUNE DI PADOVA

AREA LL.PP.

Settore Edilizia Pubblica ed Impianti Sportivi

ELENCO ANNUALE ANNO 2015

PROGETTO ESECUTIVO

SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "G. PASCOLI" RESTAURO DEL CHIOSTRO ED ELEMENTI ARCHITETTONICI DI FINITURA

IMPORTO COMPLESSIVO: € 400.000,00

N° Progetto Nome file Data **Marzo 2016**	CUP LLPP	Elaborato **CSA** **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

Progettisti	Rup	Capo Settore	Capo Area
Arch. Fabio Agostini Per. Ind. Massimiliano Zatta	Geom. Renato Gallo	Arch. Luigino Gennaro	Arch. Luigino Gennaro

INDICE

ARTICOLO N° 1 - OGGETTO DEI LAVORI.....5

ARTICOLO N° 2 – IMPORTO DEI LAVORI.....5

ARTICOLO N° 3 - CONSEGNA DEI LAVORI.....6

ARTICOLO N° 4 - DESCRIZIONE LAVORI.....8

ARTICOLO N° 5 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....12

ARTICOLO N° 6 - ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI.....12

ARTICOLO N° 7 – SCAVI IN GENERE E RINTERRI.....13

ARTICOLO N° 8 - RINVENIMENTO DI OGGETTI.....14

ARTICOLO N° 9 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....15

ARTICOLO N° 10 – MURATURE IN GENERE.....15

ARTICOLO N° 11 – TRATTAMENTO DI PULITURA DEI MATERIALI.....16

ARTICOLO N° 12 – CONSOLIDAMENTO DI MURATURE IN GENERE.....19

ARTICOLO N° 13 – TRATTAMENTI DI CONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI.....34

ARTICOLO N° 14 – INTERVENTI CONSOLIDAMENTO MATERIALI LAPIDEI.....37

ARTICOLO N° 15 – CONTROSOFFITTI.....50

ARTICOLO N° 16 - IMPERMEABILIZZAZIONI.....50

ARTICOLO N° 17 - LATTONERIA.....50

ARTICOLO N° 18 - INTONACI.....50

ARTICOLO N° 19 – PAVIMENTI E RIVESTIMENTI.....51

ARTICOLO N° 20 – OPERE IN MARMO E PIETRE, NORME GENERALI.....57

ARTICOLO N° 21 – INFISSI IN LEGNO – NORME GENERALI.....57

ARTICOLO N° 22 – OPERE IN FERRO – NORME GENERALI.....57

ARTICOLO N° 23 - SERRAMENTI IN ALLUMINIO.....58

ARTICOLO N° 24 – OPERE DA VETRAIO.....59

ARTICOLO N° 25 – TUBAZIONI VARIE.....59

ARTICOLO N° 26 – PITTURE E VERNICI.....60

ARTICOLO N° 27 – CORPI SCALDANTI.....65

ARTICOLO N° 28 – RIVESTIMENTI E COIBENTAZIONI....65

ARTICOLO N° 29 - IMPIANTO IDRICO....65

ARTICOLO N° 30 – RACCORDI E CONGIUNZIONI....65

ARTICOLO N° 31 – SARACINESCHE E RUBINETTI....66

ARTICOLO N° 32 – APPARECCHI SANITARI....66

ARTICOLO N° 33 – RETE ANTINCENDIO....67

ARTICOLO N° 34 IMPIANTO ELETTRICO....67

ARTICOLO N° 35 - - NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI....73

ARTICOLO N° 36 - SCAVI....73

ARTICOLO N° 37 – RILEVATI E RINTERRI....74

ARTICOLO N° 38 - DEMOLIZIONI....74

ARTICOLO N° 39 – MURATURE E TRAMEZZI....74

ARTICOLO N° 40 - CONTROSOFFITTI....74

ARTICOLO N° 41 - PAVIMENTI E RIVESTIMENTI....74

ARTICOLO N° 42 – PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI....75

ARTICOLO N° 43 - INTONACI....75

ARTICOLO N° 44 – TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE....75

ARTICOLO N° 45 - SERRAMENTI....76

ARTICOLO N° 46 – LAVORI IN METALLO....76

ARTICOLO N° 47 – VETRI E CRISTALLI....76

ARTICOLO N° 48 – SISTEMAZIONE A VERDE....76

ARTICOLO N° 49 – TUBAZIONI IN ACCIAIO....78

ARTICOLO N° 50 – TUBAZIONI IN PHED, PVC E POLIETILENE....78

ARTICOLO N° 51 – APPARECCHIATURE IDRO SANITARIE....78

ARTICOLO N° 52 – IMPIANTO ELETTRICO....78

ARTICOLO N° 53 – ASSISTENZA MURARIA OPERE DA IDRAULICO....78

ARTICOLO N° 54 – ASSISTENZA MURARIA OPERE DA ELETTRICISTA....78

ARTICOLO N° 55 – MANO D'OPERA E MATERIALI - LAVORI IN ECONOMIA....79

ARTICOLO N° 56 - NOLEGGI.....79

ARTICOLO N° 57 - TRASPORTI.....79

ARTICOLO N° 58 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....81

ARTICOLO N° 59 - ESECUZIONE DEI LAVORI.....81

ARTICOLO N° 60 - DOCUMENTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RESTAURO.....81

ARTICOLO N° 61 - GESTIONE CANTIERE.....82

CAPO PRIMO
Oggetto ed ammontare dei lavori
Disposizioni particolari riguardanti i lavori

Articolo n° 1 - OGGETTO DEI LAVORI

I lavori previsti dal presente progetto esecutivo, hanno per oggetto alcuni interventi di restauro del chiostro e degli elementi architettonici di finitura della scuola Pascoli con sede in Via Galilei, 36 Padova. Nell'ambito dei lavori sono previsti anche interventi di integrale rifacimento di servizi igienici per gli alunni o pere interne di ridistribuzione degli spazi interni degli spogliatoi a servizio della palestra. Sono altresì compresi alcuni interventi puntuali di adeguamento alle norme di prevenzione incendi, che interessano gli ambiti di intervento degli interventi sulle finiture.

Articolo n° 2 – IMPORTO DEI LAVORI

L'importo complessivo dei lavori compresi nell'appalto ammonta presuntivamente a € 302.674,59 al netto dell'I.V.A., di cui € 3.752,69 relativi ai costi della sicurezza è suddiviso come segue:

CATEGORIE DEI LAVORI		IMPORTI
1) Edifici civili e industriali CAT. OG1	€	165.434,92;
2) Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali CAT. OG2	€	80.596,48;
3) Impianti idrico-sanitari, cucine, lavanderie CAT. OS3	€	15.751,94;
4) Impianti elettrici e varie CAT. OS30	€	76.045,30;
TOTALE	€	337.828,64.

L'incidenza percentuale della quantità di manodopera è pari rispettivamente:

1) opere edili e affini CAT. OG1	60%
2) opere edlili e affini CAT. OG2	70%
2) opere idrauliche CAT. OS3	35%
3) opere elettriche CAT OS30	40%

I prezzi sono comprensivi di ogni onere relativo alle misure di sicurezza da adottare in cantiere come evidenziato nel bando di gara o nella lettera d'invito, mentre i costi relativi alle misure di sicurezza da adottare in cantiere per situazioni di interferenza tra diverse lavorazioni sono stati computati e preventivati separatamente.

I suddetti costi della sicurezza non sono soggetti a ribasso d'asta per cui l'importo a base di gara risulta di € 298.921,69.

Gli oneri della sicurezza, per l'importo evidenziato nella lettera d'invito, verranno contabilizzati e corrisposti in occasione della liquidazione dei singoli acconti, in relazione all'effettiva spesa sostenuta per la sicurezza in cantiere.

L'importo presuntivo dei lavori potrà variare in più o in meno, per effetto di variazioni nelle quantità delle diverse categorie, senza che l'Appaltatore possa trarne argomento per chiedere compensi non contemplati nel presente capitolato e prezzi diversi da quelli risultanti dall'offerta.

L'I.V.A. farà carico all'Amministrazione a norma delle disposizioni legislative vigenti all'atto esecutivo delle opere.

Articolo n° 3 - CONSEGNA DEI LAVORI

Il Direttore dei Lavori comunica all'Appaltatore il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori, munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. Su indicazione del Direttore dei Lavori devono essere collocati a cura dell'Appaltatore, picchetti, capisaldi, sagome, termini, ovunque si riconoscano necessari.
Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento.
Il Direttore dei Lavori procederà alla consegna dell'area, redigendo un verbale in contraddittorio con l'Appaltatore in duplice copia firmato dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore. Dalla data del verbale di consegna decorre il termine utile per il compimento dei lavori. Il verbale deve essere redatto nel rispetto delle procedure, delle condizioni e contenere gli elementi richiamati dall'art. 154 del D.P.R. 05 ottobre 2010.
In considerazione del fatto che, il progetto comprende lavori da eseguire in cinque diversi edifici scolastici, che comprendono lavorazioni tra loro diverse da affidare a più Imprese esecutrici e che durante l'esecuzione delle opere gli edifici possono risultare occupati dagli utenti della scuola, la consegna dei lavori, potrà essere eseguita con successivi lotti esecutivi, dopo un'attenta valutazione dei rischi di interferenza connessi a tali lavorazioni, senza che per tale ragione l'Impresa esecutrice possa pretendere compensi speciali o diversi da quelli già preventivati, essendosi tenuto conto dei maggiori oneri dipendenti da tali circostanze.
La data di consegna dei lavori sarà, a tutti gli effetti di legge, quella dell'ultimo verbale di consegna parziale. In caso di consegne parziali l'Appaltatore è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili.

CAPO SECONDO
Descrizione delle lavorazioni

Articolo n° 4 - DESCRIZIONE LAVORI

La scuola "Giovanni Pascoli" è uno degli edifici scolastici del Comune di Padova che attualmente manifesta molto più di altri la necessità di interventi di manutenzione straordinaria e adeguamento, sia a scopo conservativo ma anche e soprattutto per motivi di carattere di igiene, salubrità e decoro degli spazi a disposizione degli utenti. Queste esigenze hanno portato a formulare un unico progetto impegnato su due filoni specifici: il primo di conservazione, protezione e valorizzazione dell'edificio storico; il secondo di adeguamento degli spazi agli standars normativi e alle esigenze degli utenti con particolare riferimento all'ammodernamento degli impianti e dei servizi igienici.
In particolare si prevede di realizzare gli interventi sotto elencati.

4.a - Opere edili ed affini a scopo conservativo e di protezione

Questi lavori si concentreranno principalmente all'interno del portico del chiostro, nel quale risulta necessario in via prioritaria procedere con la sostituzione del pavimento esistente.
Detti lavori comprenderanno in particolare:

- allestimento del cantiere e dei presidi di sicurezza;
- apprestamenti a tutela e protezione degli elementi architettonici di pregio;
- demolizione e rimozione del pavimento e del relativo sottofondo;
- pulitura accurata e rilievo fotografico delle parti più significative e delle tessiture del pavimento originale sottostante in basoli di trachite euganea;
- spazzolatura dei giunti tra i basoli con rimozione del materiale degradato non aderente;
- eventuale riassetto di elementi sconnessi rispetto al piano di posa;
- sigillatura dei giunti con malta a base di calce idraulica;
- trattamento consolidante del materiale lapideo rinvenuto, previa asciugatura dell'umidità residua, mediante applicazione di prodotto specifico a base siliconica, qualora in base allo stato conservativo se ne rilevasse la necessità ai fini di una corretta conservazione;
- posa di teli in polietilene trasparente con giunti sovrapposti e sigillati con apposito nastro adesivo a protezione del pavimento sottostante e fungenti da strato separatore e barriera al vapore per la successiva posa del nuovo pavimento;
- posizionamento di un riquadro di dimensioni adeguate, entro apposito telaio in acciaio, a livello di pavimento finito da ricoprire con vetro stratificato calpestabile, in modo da lasciare visibile per un tratto significativo il pavimento originale sottostante;
- posa di massetto di sottofondo alleggerito e isolante a base di argilla espansa sabbia e cemento;
- posa di prodotto autolivellante per la successiva posa di pavimento;
- posa di pavimento in gres porcellanato fine in piastrelle formato cm 30x60 con finitura pietra naturale (trachite) a superficie liscia posato a giunti sfalsati in senso trasversale al portico;
- raschiatura di vecchie tinteggiature e intonaci non aderenti;
- rimozione di intonaci non aderenti al supporto, in particolare alla base delle pareti sia all'esterno che all'interno;
- rimozione di elementi impropri e superfetazioni applicate alle superfici murarie;
- spazzolatura e lavaggio manuale con acqua e spugna di colonne pilastri e gradini in trachite euganea fino a completa pulitura e rimozione di tutti gli strati di pittura murale;
- restauro di gradini in pietra di trachite euganea lesionati o da rimettere in piano;
- realizzazione di barriera chimica orizzontale nel basamento della muratura esterna d'ambito contro l'umidità di risalita capillare, mediante iniezione di microemulsione concentrata a base di silossani esente da solventi;
- applicazione di intonaco a base di calce idraulica e additivi idrofuganti su murature esterne e interne;
- Restauro conservativo di intonaci storici esterni da eseguirsi nelle seguenti fasi:

- ristabilimento parziale della adesione e della coesione propedeutico alle operazioni di consolidamento e pulitura nei casi di disgregazione e sollevamento;
- rimozione di elementi metallici quali perni, staffe, chiodi, ecc., tasselli lignei o di altra natura che risultino possibile causa di degrado o comunque impropri, inclusi gli oneri relativi al consolidamento dei bordi dell'intonaco interessato dall'intervento ed eventuale consolidamento delle parti in pericolo di caduta;
- rimozione a percussione manuale a scalpello di risarciture, riprese ed addossamenti realizzati con intonaci a base cementizia, o che comunque non si accordano con la materia originaria prestando la massima attenzione;
- ristabilimento dell'adesione tra intonaco e muratura o tra stratificazioni di intonaci mediante iniezioni di malte a base di calce naturale ed inerti a basso peso specifico; - - - sigillatura di lesioni e fessurazioni con prodotto a base di calce naturale;
- tasselli, sagome, e quant'altro saranno preventivamente sottoposti a giudizio della D.L. e della Soprintendenza.
- velatura degli intonaci eseguita a più mani a latte di calce molto diluito opportunamente addizionato con resine (max. 3%) e calibrato con terre naturali
- Protezione finale mediante applicazione a pennello di prodotto idrorepellente non filmogeno, incolore e traspirante previa campionatura dei prodotti con tali requisiti ed approvazione della D.L. e della Soprintendenza;

- Consolidamento di porzioni di intonaco che presentino accentuati fenomeni di disgregazione superficiali o polverizzazione mediante iniezione di prodotti consolidanti quali silicato di etile puro, o malte da iniezione fino a rifiuto della sostanza. Ove necessario e richiesto dalla DL si dovrà provvedere alla velinatura con carta giapponese per il mantenimento in opera delle porzioni degradate ed in via di distacco. Su parti più gravemente polverizzate l'operazione verrà prima effettuata per impregnazione a pennello fino a rifiuto della sostanza e successivamente per iniezione. Al termine delle operazioni le parti trattate dovranno essere accuratamente tamponate con solvente (White spirit) per rimuovere eccessi superficiali del prodotto. Operazione da eseguire a cura di un restauratore.
- rasatura con prodotto a base di calce idrata su intonaci interni e trattamento di finitura con frattazzino in spugna umido;
- applicazione di protezione idrorepellente non filmogena su colonne gradini e altri elementi in pietra di trachite faccia a vista;
- ripristino delle murature esterne e degli intonaci con malta a base di calce idraulica;
- risanamento esterno delle parti soggette a umidità ascendente;
- protezione della base delle murature esterne dal contatto diretto con il terreno mediante interposizione di guaina bituminosa elastomerica impermeabilizzante;
- Rimozione meccanica estesa di strati di tinte di qualsiasi tipo sovrammesse all'intonaco originale mediante sistema Rotec o JOS (con processo a vortice rotativo a bassa pressione, polvere di carbonato di calcio e acqua pressione d'esercizio 0,1 - 1 bar, ugelli standard da 10-16 mm, granulati inerti da 100 a 200 Micron).
- tinteggiature esterne con idropittura a base di calce colore nocciola chiaro con campionatura sul posto da verificare e scegliere in base al confronto con le parti residue di tinteggiatura originale ancora rilevabili;
- carteggiatura e trattamento impregnante trasparente naturale esterno di finestre in legno;
- tinteggiature interne di pareti e soffitti, con applicazione a pennello di pittura a base di calce previa rimozione di vecchie tinte non aderenti o soggette a sfarinamento superficiale o danneggiate da precedenti infiltrazioni di umidità; le pareti interne saranno tinteggiate in tutti i locali con colore bianco in leggera tonalità di grigio;
- zoccolature interne nelle aule con rasatura di intonaci e finitura a idrosmalto opaco lavabile;

le parti basse delle pareti fino a m 1,50 dal pavimento saranno colorate a idrosmalto opaco liscio lavabile, previa applicazione di fondo acrilico rasante applicato a spatola, lo stesso colore e tonalità della parte soprastante;

- coloritura di radiatori con idrosmalto a base di resine alchidiche in dispersione acquosa;
- smobilitazione cantiere, sgombero e pulizia degli spazi.

4.b Opere di manutenzione staordinaria dei servizi igienici e aule

4.b.1 Opere edili ed affini:

- allestimento del cantiere e dei presidi di sicurezza;
- demolizione di pavimenti, rivestimenti e massetti di sottofondo nei servizi igienici;
- assistenze murarie per esecuzione di tracce per tubazioni;
- costruzione di tramezzi in laterizi forati per suddivisione box wc alunni;
- ripristino di intonaci e rasatura superfici intonacate;
- posa di massetti di sottofondo ai pavimenti a base di sabbia e cemento;
- impermeabilizzazione dei massetti con appllicazione a spatola di due mani malta cementizia elastica rinforzata con rete in fibra di vetro;
- posa di pavimenti e rivestimenti in piastrelle in monocottura di ceramica con superfici antiscivolamento per i pavimenti (ruvidezza minima richiesta R10 per servizi igienici);
- posa di rampe amovibili con struttura e piani in acciaio, dotate di superfici antiscivolo, semplicemente appoggiate ai gradini, per il superamento dei dislivelli esistenti sulle soglie delle porte delle aule didattiche intorno al chiostro, al fine di garantire;
- tinteggiatura di pareti interne con idropittura acrilica traspirante;
- sostituzione di porte interne nei servizi igienici;
- installazione di controsoffittatura a pannelli fonoassorbenti sul soffitto della palestra;
- coloritura di radiatori con idrosmalto a base di resine alchidiche in dispersione acquosa;

4.b.2 Impianti idrosanitari:

- rimozione e smaltimento di sanitari, rubinetterie e vecchie tubazioni cucina e servizi igienici;
- smontaggio e rimozione di radiatori;
- posizionamento sotto traccia di tubazioni impianto di riscaldamento a vista;
- posa in opera di nuove tubazioni di rete alimentazione impianto idrico e rete di scarico acque reflue da apparecchi idrosanitari;
- fornitura e posa di nuovi apparecchi idrosanitari;
- ripristino o sostituzione di radiatori nei servizi igienici;
- installazione di nuove rubinetterie;
- installazione di scaldacqua elettrici da lt 15,00 con valvola miscelatrice in uscita;

4.b.3 Impianti elettrici:

- scollegamento dall'impianto esistente e rimozione di plafoniere, e apparecchi di comando cucina e servizi igienici (interruttori, prese, quadri elettrici);
- posa di tubi flessibili per la protezione di cavi elettrici, sotto traccia e sotto il massetto del pavimento, scatole per alloggiamento di comandi e scatole di derivazione;
- installazione di nuovi comandi elettrici, prese e quadri elettrici;
  pulizia e smobilitazione cantiere.

CAPO TERZO
Prescrizioni tecniche

Articolo n° 5 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali.
Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.
Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della Direzione dei Lavori.
Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:
- dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;
- dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta comunque contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.
Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.
L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.
Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.
L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.
Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.
L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite dalle prescrizioni contrattuali.
L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che il Committente si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

Articolo n° 6 - ACCETTAZIONE DEGLI IJMPIANTI

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, delle specifiche

del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia.
Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.
I disegni esecutivi riguardanti ogni tipo di impianto (ove di competenza dell'Appaltatore) dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori relativi agli impianti indicati ed andranno corredati da relazioni tecnico-descrittive contenenti tutte le informazioni necessarie per un completo esame dei dati progettuali e delle caratteristiche sia delle singole parti che dell'impianto nel suo insieme. L'Appaltatore è tenuto a presentare, contestualmente ai disegni esecutivi, un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.
Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.
L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite dalle prescrizioni contrattuali.
L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dalla Direzione dei Lavori non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti.
Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere murarie relative, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo ed ogni altra anomalia segnalata dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'Appaltatore.

Articolo n° 7 – SCAVI IN GENERE E RINTERRI

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.
Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa esecutrice dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltreché, totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.
L'Impresa esecutrice dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.
Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese. È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.
Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.
In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
L'appaltatore deve ritenersi compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare per:
il taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle macerie sia asciutte, che bagnate, in presenza d'acqua e di qualsiasi consistenza;
paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa, per ogni indennità di deposito temporaneo o definitivo;
la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro attorno alle murature, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni contenute nelle presenti condizioni tecniche esecutive;
per ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Scavi di sbancamento
Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc., e in genere tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superiore ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.
Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.
Secondo quanto prescritto dall'art. 118 del d.lgs. 81/08 e successivo d.lgs n.106 del 03/08/2009, nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m. 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.
Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo, secondo la prescrizione dei piani operativi di sicurezza.
Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio dell'appaltatore all'atto della consegna. Ove le materie siano utilizzate per formazione di rilevati, il volume sarà misurato in riporto.

Articolo n° 8 - RINVENIMENTO DI OGGETTI

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

Articolo n° 9 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.
In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi. Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, da evitare incomodi o disturbo, da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.
E' vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, convogliandoli in appositi tubi o canali e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
Nelle demolizioni o rimozioni l'Impresa deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante.
Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.
Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro posizionamento e per evitare la dispersione.
Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati, con i prezzi indicati nell'offerta.
I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Impresa essere trasportati fuori del cantiere alle pubbliche discariche.

Articolo n° 10 – MURATURE IN GENERE

I mattoni all'atto del loro impiego debbono essere abbondantemente bagnati sino a sufficiente saturazione. Essi devono mettersi in opera con le connessioni alternate in corsi ben regolati e normali alla superficie esterna, posandoli sopra uno strato di malta e premendoli sopra di esso in modo che la malta fuoriesca dai giunti e riempia tutte le connessioni.
La larghezza delle connessioni deve essere compresa tra 5 e 8 mm.
Le malte cementizie da impiegarsi per l'esecuzione della muratura debbono essere dosate a 400 Kg di cemento classe 325 o 425 per mc di sabbia.
La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse.
Sulle aperture di vani di porte e finestre saranno collocati degli architravi in laterizio o in cemento armato delle dimensioni idonee.

Articolo n° 11 – TRATTAMENTO DI PULITURA DEI MATERIALI

Preliminare all'intervento conservativo sarà sempre la rimozione delle cause che hanno comportato l'alterazione della materia ponendo particolare attenzione all'eventuale presenza d'acqua.

Tecniche di pulizia
Pulire i materiali significa scegliere quella tecnica la cui azione, calibrata alla reattività ed alla consistenza del litotipo, non comporti alcuno stress chimico-meccanico su materiali già degradati e, quindi, facili a deperirsi maggiormente.
L'intervento di pulitura dovrà eseguirsi dall'alto verso il basso, dopo aver protetto le zone circostanti non interessate e deve poter essere interrotto in qualsiasi momento.
Le tecniche più utilizzate sono:

Pulizia manuale. Viene eseguita con spazzole di saggina o di nylon; le spatole, i raschietti, le carte abrasive ed i trapani dotati di particolari frese in nylon o setola, invece, possono essere utilizzati per la rimozione di consistenti depositi situati in zone poco accessibili.

Pulizia con acqua. La pulizia con acqua può produrre sulle croste:
un'azione solvente se i leganti delle incrostazioni sono costituiti da leganti in esse solubili;
un'azione d'idrolisi se, nebulizzata con appositi atomizzatori, viene lasciata ricadere sulle superfici da pulire. La nebulizzazione avviene attraverso appositi ugelli che dovranno essere posizionati in modo che le goccioline colpiscano la superficie in ricaduta;
un'azione meccanica se pompata a pressione (2-4 bar). L'acqua scioglie il gesso e la calcite secondaria di ridepositazione, elementi leganti delle croste nere, ed una blanda azione nei confronti della silice, legante delle croste nere sulle rocce silicatiche.
L'acqua deve essere deionizzata in modo da non introdurre eventuali sali nocivi e permettere un controllo sulla desalinizzazione del materiale tramite prove di conducibilità.
Il getto non deve mai raggiungere perpendicolarmente il materiale, ponendo inoltre attenzione alla protezione delle zone circostanti e ad un perfetto drenaggio delle acque di scolo; si userà la minor quantità di acqua possibile onde evitare un imbibimento delle strutture o una fuoriuscita di macchie e di umidità sulle superfici interne.
Questa operazione non deve essere compiuta in inverno o in periodi climatici tali da provocare il congelamento dell'acqua o una bassa velocità di evaporazione.
A questo metodo può essere affiancata una blanda azione meccanica mediante l'utilizzo di spazzole di nylon o di saggina.

Apparecchiature ad ultrasuoni. Una volta eseguito il trattamento con acqua nebulizzata, per asportare le croste, vengono impiegati apparecchi che, mediante leggere vibrazioni prodotte da una piccola spatola e da una pellicola d'acqua, rimuovono le incrostazioni, semplicemente sfiorando con l'emettitore senza toccare la crosta che in questo modo si distacca.

Microsabbiatura di precisione. La microsabbiatura si serve di macchine che, sfruttando l'azione altamente abrasiva di microsfere di vetro o di allumina del diametro di 40 micron, puliscono solo le zone ricoperte da incrostazioni non molto spesse e di limitata dimensione. Tali strumenti alimentati ad aria o ad azoto compresso sono muniti di ugelli direzionabili.

Microsabbiatura umida controllata. Prima di procedere alla microsabbiatura occorre ammorbidire la crosta con acqua nebulizzata a bassa pressione. Lo strumento è composto da un compressore e un contenitore in cui l'abrasivo deve essere costantemente tenuto sospeso da un agitatore. L'abrasivo deve avere granulometrie piccole e non a spigolo vivo. La pressione dovrà essere contenuta tra 0,1-1-5 atm.

Pulizia chimica. I detergenti chimici, che devono avere un pH compreso tra 5,5-8, vanno applicati esclusivamente sulle croste e mai a diretto contatto con i materiali lapidei, per prevenirne l'azione corrosiva. Tale pulizia deve essere sempre accompagnata da un lavaggio con acqua ed appositi neutralizzatori, onde evitare che i residui di detergente intacchino i materiali e ritornare quindi ad un pH neutro. Per attenuare l'azione corrosiva si possono interporre tra pasta chimica e pietra, dei fogli di

carta assorbente da staccare successivamente soffiando con aria compressa. La pasta applicata sulla superficie dovrà essere ricoperta con del polietilene leggero per evitarne l'essiccazione, altrimenti potranno essere utilizzate emulsioni acqua/olio, gel o soluzioni da spruzzare.

Impacchi con argille assorbenti. Le argille hanno la proprietà di assorbire oli e grassi senza operare azioni aggressive anche sui materiali deteriorati. Le argille da utilizzare sono la sepiolite e l'attapulgite con granulometria compresa tra 100-200 mesh. La pasta dovrà avere uno spessore di 2-3 cm e dovrà rimanere in opera, previe prove preliminari, per un periodo compreso tra le 24-48 ore. Prima di applicare l'impasto sarà necessario sgrassare la superficie o eliminare cere tramite solventi. Ove le argille non riuscissero a sciogliere incrostazioni di consistente spessore, è possibile additivarle con piccole quantità di agenti chimici. Dopo il trattamento lavare abbondantemente con acqua deionizzata.

Impacchi mediante impacco biologico. L'intervento, capace di pulire croste molto spesse grazie all'azione solvente esercitata dai nitrobatteri, consiste in impacchi a base argillosa di una soluzione composta da: acqua, urea e glicerina. L'impasto deve avere uno spessore di almeno 2 cm e deve agire per circa un mese; necessita quindi di una protezione con polietilene leggero ben sigillato ai bordi. Dopo l'applicazione si dovrà procedere ad un lavaggio accurato con acqua addizionata con un fungicida per disinfettare il materiale. Dopo l'intervento di pulitura si dovranno eseguire nuovamente tutte le analisi volte ad individuare la struttura del materiale in oggetto, del quale non dovranno risultare variate le caratteristiche fisiche, chimiche, meccaniche ed estetiche.

Pulitura del legno. Nel trattamento di risanamento dall'attacco di funghi è necessario pulire a fondo i legni, gli intonaci, le murature infestate, e sterilizzarle con fiaccola da saldatura, con intonaco fungicida o con irrigazione del muro stesso. Per il risanamento dall'attacco di insetti esistono trattamenti specifici, quali la scattivatura del legno, le iniezioni di antisettico, la sterilizzazione con il calore o la fumigazione con gas tossici, che deve essere eseguita da ditte specializzate. Le operazioni preventive nei confronti degli attacchi da parte di funghi e di insetti prendono inizio da un contenimento del livello di umidità, ottenuto con una buona ventilazione degli appoggi delle travi, che non devono essere sigillate nel muro né coperte di intonaco. Le sostanze protettive possono essere applicate a pennello o a spruzzo, ed è buona norma che l'operatore si munisca di guanti, occhiali protettivi, tuta, ecc.

Pulitura dei metalli Nel recupero di metalli (se la struttura non è attaccata) è necessario pulire il materiale con metodi meccanici, quali la sabbiatura con sabbiatrici ad uso industriale, la smerigliatura o la discatura con disco abrasivo, decapaggi, mediante l'immersione in soluzioni acide, condizionamento chimico, mediante l'applicazione di agenti chimici che fissano la ruggine e la calamina, deossidazione, per i metalli non ferrosi, fosfatazione che provoca la passivazione di una superficie metallica con soluzioni di fosfati inorganici o acidi fosforici. Alcuni prodotti, però, come i convertitori di ruggine a base di acidi, i fosfatanti e le vernici reattive a base acida, possono nuocere al sistema di ripristino, così come le pitture antiruggine nuocciono all'adesione del riporto di malta. I migliori trattamenti anticorrosivi sono quelli a stesura di formulati cementizi o epossidici, potendo questi ultimi svolgere anche un'eventuale funzione di ponte d'aggancio nell'intervento di ripristino.
La protezione avviene, nel caso di metalli esposti, per verniciatura, con due mani preliminari di antiruggine a base di minio oleofonolico e due mani di vernice a base di resine viniliche ed acriliche resistenti agli agenti atmosferici, o, nel caso di ferri di armatura, per stesura di formulati cementizi o epossidici.

Pulitura delle rocce sedimentarie

Arenaria e tufo - A seconda delle condizioni del materiale, la pulitura va preceduta da un preconsolidamento, effettuato con veline di carta giapponese ed impregnazione di silicato d'etile. La pulitura può essere effettuata a secco, con impacchi di argilla assorbente o di polpa di carta oppure con un blando lavaggio con acqua nebulizzata.

Travertino - La pulizia deve essere effettuata con acqua nebulizzata, con impacchi o con trattamenti a secco. Per le fessure sulle stuccature è consigliata una malta composta da un legante idraulico unito a polvere di marmo.

Pietra d'Angera, Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici - La pulizia che deve essere preceduta, quando necessario, dal preconsolidamento, si effettua con acqua nebulizzata o con impacchi di materiale assorbente.

Pulitura delle rocce metamorfiche (marmi, serpentini, miscoscisti, calciscisto)

È consigliato il trattamento ad acqua nebulizzata o leggera spazzolatura, oppure impacchi assorbenti. Nel caso di marmo decoesionato e zuccherino, la pulizia è preceduta da un trattamento di preconsolidamento con silicato di etile iniettato sulla superficie preparata con veline di carta giapponese.

Pulitura di cotto e laterizi

I metodi consigliati sono:

spray d'acqua e/o acqua nebulizzata per tempi brevi e controllati, al fine di evitare l'eccessiva imbibizione del materiale;

metodi chimici o impacchi con argille assorbenti, in cicli successivi per verificare la completa desalinizzazione. Tra una fase e la seguente la superficie dovrà risultare completamente asciutta.

Pulitura del calcestruzzo

È indicato il lavaggio. È necessario sabbiare l'armatura e proteggerla con sostanze antiruggine e sostanze passivanti.

Pulitura degli intonaci

La pulitura delle superfici intonacate dovrà essere effettuata con spray d'acqua a bassa pressione o acqua nebulizzata accompagnata eventualmente da una leggera spazzolatura. In presenza di croste nere di notevole spessore si potranno utilizzare impacchi biologici o argillosi.

Pulitura degli stucchi

Le polveri ed i sali cristallizzati in superficie andranno rimossi mediante l'uso di pennelli morbidi. Qualora si accerti la presenza di croste nere e/o criptoefflorescenze saline, si potrà procedere alla loro eliminazione mediante nebulizzazioni a durata controllata o tamponi imbevuti con acqua distillata. Eventuali residui organici (fumo di candele, cere, vernici oleose) potranno essere rimossi con solventi organici (per esempio alcool etilico diluito in acqua) applicati a tampone.

Articolo n° 12 – CONSOLIDAMENTO DI MURATURE IN GENERE

Premessa metodologica

Le tecniche d'intervento per il consolidamento delle strutture in muratura devono essere prescelte in riferimento a delle riflessioni operate sulla prioritaria necessità di salvaguardare testimonianze della

tradizione edile rappresentative non solo per se stesse ma anche di un insieme accomunato dagli stessi aspetti caratterizzanti; quindi, pur tenendo conto delle necessità imposte dalle normative vigenti riguardo agli adeguamenti strutturali e, soprattutto, sismici dovrà essere fatta particolare attenzione al fine di non stravolgere la struttura al punto di perdere la sua originale conformazione. La richiesta e la necessità di ridare "sicurezza" ed efficienza alla costruzione, non dovrebbe comportare necessariamente il mutamento, in alcuni casi, radicale degli aspetti costruttivi dell'apparato murario, così come erroneamente accade sovente, dove i setti portanti vengono privati dell'originale funzione strutturale e trasformati in tamponature di "rassicuranti" aggiunte strutturali in cemento armato. L'intervento di consolidamento non deve tradursi nell'introduzione di strutture che pur garantendo una elevata resistenza meccanica risultano corpi estranei per la muratura;
l'incompatibilità materica genera un ibrido strutturale che difficilmente può mantenere un comportamento solidale in presenza di sollecitazioni. Questo dato comprovato in riferimento ad interventi passati decisamente intrusivi ha fatto riflettere su come sia sconsigliabile attuare a priori un consolidamento prescindendo dalla conoscenza dei materiali e della rispettiva tecnica costruttiva di messa in opera.
L'intervento dovrà, infatti, essere redatto in riferimento a delle indagini preventive indirizzate all'effettiva conoscenza della struttura, gli approfondimenti dovranno essere di tipo storico indispensabili sia al fine di capire a fondo la tecnica costruttiva sia per poter delineare la panoramica dei vari avvicendamenti subiti nel corso degli anni come, ad esempio, interventi precedenti relazionati a problemi congeniti o legati ad eventi sismici mentre, quelli di natura diagnostica saranno finalizzati alla conoscenza del reale stato conservativo dei materiali. Delle diverse tipologie di indagini diagnostiche sarà preferibile ricorrere a quelle non distruttive onde evitare asportazioni, anche se ridotte, di materiale che in alcuni casi potrebbero implicare l'aggravarsi del precario equilibrio strutturale. La fase conoscitiva della struttura dovrà essere in grado di rilevare i punti critici, quelli più delicati, la presenza di cavità, discontinuità materiche, vuoti ecc. al fine di poter modificare l'intervento adattandolo secondo le necessità dettate dalla struttura.
Capire, inoltre, le eventuali sollecitazioni che potranno colpire la struttura in tempi futuri, aiuterà a definire interventi puntuali e, soprattutto, cautelativi in modo da rendere meno vulnerabile l'organismo nei confronti di futuri stati tensionali. Notizie utili potranno essere ricavate anche, dalla lettura stratigrafica delle murature poiché i dati ricavati potranno svelarci il susseguirsi delle attività antropiche avvallando o smentendo quanto desunto dalle notizie storiche.
Tenendo presente che le diverse tecniche costruttive cambiano, in base al periodo di costruzione, da luogo a luogo relazionandosi, alla tipologia di materiale locale disponibile, al reperimento dello stesso e soprattutto in diretta connessione con l'abilità delle maestranze nell'eseguirle per cui, non è da escludere rilevare di ogni tecnica varianti sostanziali per cui nonostante le numerose analisi e ricerche preventive operate, considerata la concomitanza di questi fattori, la messa a punto dell'intervento potrà concretamente essere operata solo a cantiere aperto interagendo materialmente con la struttura. Il consolidamento, dovrà tenere conto dei fattori principali che hanno caratterizzato la resistenza e il comportamento statico della muratura tra i quali: la natura dei materiali, la caratteristica delle malte di allettamento, la tipologia di messa in opera e la sezione della muratura.
A parità di tipologia di dissesto, tra le varie risoluzioni disponibili, il tecnico dovrà scegliere quella più confacente la specifica tipologia di apparecchio murario da consolidare; le eventuali sostituzioni di porzioni eccessivamente ammalorate o l'introduzione di elementi di irrigidimento dovranno essere operate non solo nel pieno rispetto della struttura ma soprattutto tenendo conto dei limiti imposti dalla sua intrinseca conformazione e comunque, laddove l'irrigidimento strutturale, per ovvie ragioni pratiche relazionate al caso specifico, non potrà essere realizzato in piena rispondenza di quanto sino ad ora esposto potrà risultare consono al caso garantirsi, almeno in parte, la possibilità di rendere l'intervento reversibile.

OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO DI APPARATI MURARI

Generalità

Le procedure di consolidamento, per quanto possibile, dovranno essere giudicate compatibili dalla D.L. e dagli organi competenti per la tutela del bene, inoltre dovranno essere riconoscibili e distinguibili dai manufatti originari ed eseguite in modo da garantire una loro, eventuale, reversibilità.
Le procedure che seguiranno daranno le indicazioni, ed i criteri generali, circa le metodologie d'intervento per i consolidamenti statici, mossi con il fine sia di aumentare le caratteristiche di resistenza dei setti murari, sia di ridurre eventuali tensioni indotte nei materiali da forze esterne. Dovrà essere, in ogni caso, interessamento della D.L. fornire, a completamento o a miglior spiegazione di quanto prescritto, delle idonee tavole di progetto munite d'ulteriori e/o diverse indicazioni. Il rilievo del quadro fessurativo costituirà il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico: il rilievo e il controllo delle lesioni dovranno essere eseguiti con appropriati strumenti al fine di verificare con esattezza se il dissesto sarà in progressione accelerata, ritardata o uniforme, oppure se sarà in fase di fermo in una nuova condizione di equilibrio. Nel caso d'avanzamento accelerato del dissesto si potrà rilevare utile un intervento di emergenza attraverso idonei presidi provvisori, in conformità alle disposizioni della D.L. Nel caso, invece, di arresto e di una nuova conformazione di equilibrio sarà doveroso controllare il grado di sicurezza dello stato di fatto, per operare in conformità della prassi prescritta negli elaborati di progetto; vale a dire protocolli indirizzati a stabilizzare la fabbrica nell'assetto raggiunto o integrare gli elementi strutturali con consolidamenti locali o generali al fine di preservare, con un conveniente margine, la sicurezza di esercizio. Gli interventi di consolidamento dovranno essere realizzati in quelle porzioni dell'apparecchio murario affette da dissesto (lesione isolata o quadro fessurativo complesso) o caratterizzate da fenomeni d'indebolimento locale quali, ad esempio la presenza di canne fumarie o intercapedini di qualsiasi genere, carenze di ammorsature ai nodi, ecc.
In linea generale gli interventi strutturali sulle pareti murarie ove sarà possibile, dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche analoghe, o quantomeno il più compatibile possibile, con quelle dei materiali in opera.
I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal DM 2 luglio 1981, n. 198, dalle successive Circolare Ministeriale 10 luglio 1981, n. 21745 e 19 luglio 1981, n. 27690, DM 27 luglio 1985, DM 20 novembre 1987, Circolare Ministeriale LLPP 4 gennaio 1989 n.30787, DM 16 gennaio 1996, Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.
Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cuci) L'operazione di scuci e cuci consisterà nella integrazione delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale; le murature particolarmente degradate, al punto da essere considerate irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, ovvero meccanica, saranno ripristinate con "nuovi" materiali compatibili per natura e dimensioni. L'intervento potrà limitarsi al solo paramento murario esterno oppure estendersi per tutto il suo spessore. La scelta del materiale di integrazione dovrà essere fatta con estrema cura, i nuovi elementi dovranno soddisfare diverse esigenze: storiche (se l'intervento sarà operato su strutture monumentali), estetiche e soprattutto tecniche; dovrà essere compatibile con la preesistenza per dimensioni (così da evitare discontinuità della trama muraria e l'insorgenza di scollamenti tra la parte vecchia e quella nuova) e per natura (una diversità di compattezza potrebbe, ad esempio, implicare un diverso grado di assorbimento con conseguente insorgenza di macchie). Laddove le circostanze lo consentiranno, potrà essere conveniente utilizzare materiale recuperato dallo stesso cantiere, (ricavato, ad esempio, da demolizioni o crolli) selezionandolo accuratamente al fine di evitare di riutilizzare elementi danneggiati e/o degradati. Prima di procedere con l'operazione di scuci e cuci si dovrà realizzare un rilevo accurato della porzione di muratura da sostituire al fine di circoscrivere puntualmente la zona da ripristinare dopodiché, dove si renderà necessario, si procederà alla messa in opera di opportuni puntellamenti così da evitare crolli o deformazioni indesiderate.

La porzione di muratura da sanare verrà divisa in cantieri (dimensionalmente rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di norma non più alti di 1,5 m e larghi 1 m) dopodiché, si procederà (dall'alto verso il basso) alternando le demolizioni e le successive ricostruzioni, in modo da non danneggiare le parti di murature limitrofe che dovranno continuare ad assolvere la funzione statica della struttura. La demolizione potrà essere eseguita ricorrendo a mezzi manuali (martelli, punte e leve) acendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni; ad asportazione avvenuta la cavità dovrà essere pulita con l'ausilio di spazzole, raschietti o aspiratori, in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate presenti negli articoli inerenti le puliture a base di acqua). La messa in opera del materiale dovrà essere tale da consentire l'inserimento di zeppe in legno, tra la nuova muratura e quella vecchia che la sovrasta, da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni pieni (ovvero con materiale compatibile) e malta fluida. La malta di connessione, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere una malta di calce idraulica naturale NHL 5 (o in alternativa una malta NHL-Z 5) con inerte costituito da sabbia silicea, coccio pesto e pozzolana vagliati e lavati (rapporto legante inerte 1:2 o 1:3). Se espressamente indicato dagli elaborati di progetto, l'intervento di scuci e cuci potrà essere denunciato così da tutelare la stratigrafia stessa dell'edificio, realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasquadro, tenendo presente però che la non complanarietà delle due superfici, costituirà una zona facile da degradarsi.
Specifiche: la tecnica dello scuci e cuci non risulterà particolarmente idonea, nonché di difficile esecuzione, per le murature incoerenti (ad esempio strutture murarie in scaglie di pietra irregolare), murature costituite da elementi di elevate dimensioni e murature a sacco.

Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti

La procedura è indicata, in generale, in presenza di lesioni diffuse e per apparecchi murari in pietra, dove spesso è possibile riscontrare dei vuoti e delle soluzioni di continuità interne presenti fin dall'origine oppure, formatesi a causa di dissesti o fenomeni di alterazione di diversa natura. L'intervento dovrà prevedere una preventiva attenta analisi della struttura al fine di individuare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono.
Le indagini diagnostiche potranno essere eseguite attraverso tecniche comuni come la percussione della muratura oppure, ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, a sondaggi endoscopici o, in funzione all'importanza del manufatto e solo dietro specifica indicazione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, radarstratigrafie ecc.). In presenza di murature particolari,
con elevati spessori e di natura incerta, sarà, inoltre, obbligatorio attuare verifiche di consolidamento utilizzando differenti tipi di miscele su eventuali campioni tipo così da assicurarsi che l'iniezione riesca a penetrare fino al livello interessato.
In presenza di murature in pietrame incerto potrà risultare più conveniente non rimuovere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eventuale, eccessivo, trasudamento della miscela legante.
La procedura operativa consterà nell'iniettare una miscela entro fori convenientemente predisposti, e presenterà due varianti:
– realizzazione di perforazioni regolarmente distribuite sull'apparecchio murario ed estrusione, ad una pressione variabile, di boiacca idraulica che riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti (sostituendosi e/o integrando la malta originaria) consoliderà la struttura muraria così da ripristinare la continuità della struttura anche in caso di muratura a sacco;
– realizzazione di perforazioni localizzate solo in zone limitate dell'apparecchio murario (ad es. le ammorsature tra muri d'angolo e di spina, o le strutture voltate ed arcate), con l'aggiunta dell'introduzione di barre in acciaio, seguendo una disposizione configurate a "reticolo", che funziona, nel complesso, come una sorta di cordolo, così da aumentare la resistenza agli sforzi di trazione.

Sarà sconsigliato effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, l'utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, (in caso di utilizzo di materiali organici dovranno essere segnati gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati), le modalità ed i tempi di applicazione.

Consolidamento mediante iniezioni non armate

L'intervento (conforme al punto 3, lettera a), dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.

riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) sarà da attuarsi allorché l'apparecchio murario, sottomesso per lungo tempo a dilavamento o percolazione di acque meteoriche, o per la particolare tipologia costruttiva (ad es. a sacco), si presenta con cavità interne. Nessun beneficio si potrà ottenere da questa procedura se il setto murario, oggetto di intervento, non presenta cavità e fessure grossolane. L'apparecchio murario dovrà, quindi, essere sufficientemente iniettabile, ovverosia dovrà presentare una struttura con una appropriata continuità tra i vuoti e, allo stesso tempo, la boiacca legante dovrà essere pensata in modo da assicurare un'idonea penetrabilità ossia una fluidità atta a rispettare i tempi di esecuzione richiesti. La procedura operativa consterà delle seguenti fasi esecutive.

Preparazione del supporto

Stuccatura e/o sigillatura, su entrambe le facce della muratura, di tutte le fessure, sconnessioni, piccole fratture dei conci di pietra e/o laterizio e dei giunti di malta così da avere un apparecchio murario "perfettamente chiuso" capace di ovviare l'eventuale trasudamento esterno delle malte da iniettare: qualora si operasse su murature intonacate sarà necessario accertare l'idoneità del rivestimento per l'esecuzione delle successive fasi; (per maggiori dettagli sulle procedure sopra descritte si rimanda agli articoli sulle stuccature e sui consolidamenti).

Esecuzione dei fori

Esecuzione di perforazioni seguendo le indicazioni di progetto in base al quadro fessurativo ed al tipo di struttura (in assenza di queste si potranno operare 2-4 fori ogni metro quadrato); detti fori, di diametro opportuno (mediamente sarà sufficiente un Ø 16-24 mm), saranno eseguiti mediante strumento a sola rotazione, munito di un tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia. Negli apparati murari in pietrame, i fori dovranno essere, se non diversamente prescritto, perpendicolari alle superfici ma con leggera pendenza (circa il 10%) a scendere verso l'interno così da facilitare l'introduzione della miscela, eseguiti in corrispondenza dei giunti di malta ad una distanza di circa 60-80 cm in ragione alla consistenza del muro, mentre nelle murature in laterizi pieni la distanza tra i fori non dovrà superare i 50 cm. In ogni caso, si raggiungeranno risultati migliori con un numero elevato di fori di piccole dimensioni piuttosto che con un numero modesto di grosso diametro.

Sarà necessario eseguire le perforazioni con cura, verificando l'effettiva sovrapposizione, e comunicazione, delle aree iniettate (disposizione a quinconce), tramite l'utilizzo di appositi tubicini "testimone" dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata.

I tubicini (con un diametro di circa 20 mm) verranno introdotti, per almeno 10-12 cm ed in seguito, sigillati con la stessa malta di iniezione a consistenza più densa (diminuendo cioè il quantitativo d'acqua nell'impasto). Durante questa operazione sarà necessario evitare che le eventuali sbavature vadano a degradare in modo irreversibile l'integrità degli strati di rivestimento limitrofi; nel caso di fuoriuscite di colature queste dovranno essere celermente pulite mediante spugnette assorbenti (tipo Blitz-fix) imbevute di acqua deionizzata. Al fine di garantire una corretta diffusione della miscela, sarà consigliabile praticare dei fori profondi almeno quanto la metà dello spessore dei muri.

In presenza di spessori inferiori ai 60-70 cm le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; oltre i cm 70 sarà necessario operare su entrambe le facce, nel caso in cui lo spessore risulterà ancora maggiore, o ci si troverà nell'impossibilità di iniettare su entrambe le facce, si dovrà perforare la muratura da un solo lato per una profondità del foro tra i 2/3 e i 3/4 dello spessore del

muro e mai di valore inferiore ai 10 cm. In presenza di cortine murarie in laterizio pieno sarà utile prevedere perforazioni inclinate di almeno 40-45 gradi verso il basso fino a ottenere una profondità di 30-35 cm (in ogni caso stabilita in rapporto alla sezione del muro) tale operazione sarà conveniente al fine di ripartire meglio la boiacca e per rendere partecipi i diversi strati di malta.
Precedentemente all'iniezione (almeno 24 ore prima) dovrà essere iniettata acqua nel circuito chiuso d'iniezione al fine di saturare la massa muraria e di mantenere la densità della miscela. L'operazione di prelavaggio (eseguita con acqua pura, eventualmente deionizzata) sarà, inoltre, conveniente sia per confermare le porzioni delle zone oggetto d'intervento, (corrispondenti alle zone umide), sia per segnalare l'esistenza d'eventuali lesioni non visibili. Durante la suddetta fase di pulitura-lavaggio si dovranno effettuare, se necessarie, le eventuali operazioni supplementari di rinzaffo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

Iniezione della boiacca legante

L'iniezione delle miscele (che, di norma dovranno essere omogenee, ben amalgamate ed esenti da grumi ed impurità) all'interno dei fori dovrà essere eseguita, preferibilmente, a bassa pressione (indicativamente tra 0,5 e 1,5 atm in ogni caso non superiore alle 2 atm) così da evitare la formazione di pressioni all'interno della massa muraria con le conseguenti coazioni con le cortine esterne; inoltre andrà effettuata tramite idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro. Nel caso in cui il dissesto risulterà circoscritto ad una zona limitata sarà opportuno dare precedenza alle parti più danneggiate (utilizzando una pressione non troppo elevata e, se sarà necessario eseguire un preconsolidamento con boiacca molto fluida colata mediante imbuto, prima delle perforazioni, in tutti gli elementi di discontinuità presenti nella muratura), per poi passare alle rimanenti, utilizzando una pressione maggiore. Le iniezioni procederanno per file parallele, dal basso verso l'alto dai lati esterni e, simmetricamente, verso il centro al fine di evitare squilibri di peso ed impreviste alterazioni nella statica della struttura. Il volume di miscela iniettata non dovrà superare i 100-120 l per m3.
Previa verifica della consistenza materica della muratura oggetto di intervento, si inietterà la miscela all'interno degli ugelli e boccagli precedentemente posizionati, la pressione sarà mantenuta costante fino a quando la boiacca non fuoriuscirà dai tubicini adiacenti, a questo punto si chiuderà il tubicino e si proseguirà con il foro limitrofo seguendo il piano di lavoro. L'iniezione ad un livello superiore sarà eseguita, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, solo quando tutti i tubi di iniezione, posti alla medesima quota, risulteranno intasati. Sarà, inoltre, opportuno aumentare la pressione d'immissione in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature. L'aumento potrà essere di 1-2 atmosfera ogni 3-3,5 m di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. In edifici a più piani le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal livello più basso.
In alternativa, e solo dietro specifica indicazione di progetto, si potrà iniettare la boiacca per gravità; nel caso in cui la muratura risulti n uno stato avanzato di degrado tale da non poter sopportare sovrapressioni o perforazioni si potrà far penetrare la miscela dall'alto attraverso appositi boccagli ad imbuto localizzati in lesioni o lacune (eventualmente "aiutate" asportando materiale deteriorato).
Questa tecnica non permetterà la chiusura di tutti i vuoti ma solo delle lacune maggiori. Ad indurimento della miscela (circa 2-3 giorni), i boccagli potranno essere rimossi ed i fori sigillati con malta appropriata (si rimanda a quanto detto agli articoli riguardanti le stuccature).
Specifiche sulle miscele: la boiacca per iniezioni potrà essere composta, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, da una miscela di sola calce idraulica NHL 3,5 o NHL-Z 3,5 (esente da sali solubili, con 85% dei granuli di dimensione < a 25 m, calore d'idratazione unitario < di 135KJ/Kg) ed acqua in rapporto variabile da 0,8 a 1,2. Dal momento che, in genere, in una miscela di questo tipo si otterrà la fluidità necessaria per un'efficace iniezione con rapporti legante-acqua superiore ad 1, al fine di evitare eventuali fenomeni di segregazione sarà consigliabile aggiungere alla boiacca additivi fluidificanti (in misura dell'1-2% rispetto al peso del legante) ed agenti espansivi antiritiro (ad es. polvere di alluminio da 0,2% a 0,3% del totale in peso) al fine di controllare anche gli eventuali fenomeni naturali di ritiro di assestamento in fase plastica (ovverosia nelle prime ore che seguiranno la messa in opera) e di ritiro igrometrico (ritiro che si manifesterà nel materiale indurito,

dopo circa 28 giorni, e si protrarrà per periodi molto lunghi, di norma sarà ritenuto completato dopo circa 2 anni dalla messa in opera).
In alternativa, potrà essere utilizzata una miscela binaria (da utilizzare in presenza di vere e proprie cavità, specie nei muri a sacco) composta da calce idraulica naturale NHL 2, (o da una calce idraulica pozzolanica ottenuta miscelando calce idrata cotta a bassa temperatura e, completamente idrata, con metacaolino anch'esso cotto a bassa temperatura, la calce idrata potrà essere sostituita anche da grassello di calce stagionato minimo 24 mesi) sabbia ed acqua (rapporto legante–acqua 1:3 fino ad 1:5 nel caso di iniezioni per gravità) con l'aggiunta di gluconato di sodio (con funzione fluidificante) e polvere di alluminio (come agente espansivo). La sabbia dovrà essere sempre di granulometria molto fine (< al 35-40% della minima larghezza delle fessure) e, preferibilmente, con granuli arrotondati; in alternativa, potrà essere impiegato carbonato di calcio scelto e micronizzato o perlite superventilata (se si ricercherà una boiacca a basso peso specifico) od ancora, metacaolino ad alta reattività pozzolanica (o polvere di coccio pesto vagliata e lavata) per migliorare le proprietà idrauliche della boiacca (nel caso di utilizzo di grassello di calce o calce idrata, la carica
con caolino, coccio pesto o pozzolana sarà obbligatoria al fine di rendere idraulico il composto); in ogni caso l'inerte sarà il 10% rispetto al peso del legante. La boiacca, sia se verrà preparata in cantiere, sia se si utilizzerà un prodotto premiscelato dovrà presentare le seguenti caratteristiche:
– sufficiente fluidità al fine di penetrare profondamente (svuotamento del cono di Marsh di un litro di miscela < di 30 secondi), – assenza di segregazione e di acqua essudata (blending); la separazione dell'acqua dalla boiacca determinerebbe, in seguito alla successiva evaporazione, la presenza di vuoti all'interno della massa del nucleo, – tempo di presa compatibile con quello della lavorazione,
– alto scorrimento,
– sviluppo calore in fase di presa temperatura massima < +30°C,
– dilatazione termica compatibile con quella della muratura originale,
– resistenza caratteristica a rottura per compressione > 12 N/mm2 dopo 28 giorni,
– peso specifico modesto < 1,8 kg/l,
– resistenza ai sali comunemente presenti nella muratura (solfati, ammine),
– modulo elastico allo stato secco comparabile con quello della muratura (3000-6000 N/mm2),
– non presentare fenomeni di ritiro che ridurrebbero l'efficacia del contatto.
Avvertenze: non sarà assolutamente consentita, salva diversa prescrizione della D.L., la demolizione d'intonaci e stucchi; sarà anzi necessario provvedere al loro preventivo consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario, prima di procedere all'esecuzione della suddetta procedura (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). Il collaudo del consolidamento andrà eseguito dopo 90 giorni dall'esecuzione delle iniezioni.
Consolidamento mediante iniezioni armate
L'intervento (conforme al punto 3, lettera c), dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.
riguardanti le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) potrà essere attuato strettamente localizzato ed in caso di assoluta necessità quando, ad esempio, si dovranno realizzare efficienti rinforzi localizzati tra le murature d'angolo, ammorsamento di muri ortogonali, ricongiungimenti di parti lesionate ecc. e non si potrà ricorrere all'uso di altre procedure. L'intervento, simile alle
iniezioni di miscele leganti, avrà la finalità di assicurare alla muratura per mezzo dell'utilizzo di cuciture metalliche, un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione; queste cuciture saranno costituite da armature di lunghezza variabile (circa 2-3 volte lo spessore delle murature), dipendente dal livello di aderenza sia tra malta e barre, sia tra malta e tessitura preesistente, disposte in perfori (f variabile da 32 a 40 mm) alla distanza di circa 40-50 cm l'uno dall'altro, preferibilmente, inclinati (di circa 45°) in successione verso l'alto e verso il basso. L'esercizio svolto dalle armature nei pannelli di muratura, in prevalenza compressi, sarà quello di contenere la deformazione laterale, collaborando ad un miglioramento della resistenza dell'elemento. Nei setti murari non esclusivamente compressi, la presenza dell'armatura potrà partecipare alla resistenza a taglio del setto stesso.

La procedura operativa seguirà le fasi descritte per le iniezioni di miscele leganti ad eccezione che, nei fori di iniezione dovranno essere, preventivamente, inserite barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata Fe B 44 K (minimo f 12 mm massimo 20 mm), o barre filettate di acciaio AISI 316L, (minimo f 14 mm) munite di distanziatori perimetrali al fine di evitare il contatto diretto con la muratura; lo schema distributivo, l'inclinazione il calibro e la lunghezza delle barre dovranno essere relazionati: alle disposizioni di progetto o indicazioni della D.L., ai dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo del manufatto o delle variazioni, apportate
nel corso dei lavori di restauro agli equilibri dei carichi. L'inserimento di detta armatura avrà lo scopo di fornire resistenza a trazione tra le due cortine esterne della muratura, specialmente nei casi in cui l'altezza di libera inflessione sia tale da poter dar luogo al fenomeno del carico di punta. Al fine di realizzare un promotore d'adesione tra le barre e la malta delle iniezioni si potrà spalmare la superficie dell'armatura con boiacca anticarbonatante, reoplastica-pennellabile realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm.
Specifiche sui materiali: le miscele leganti da utilizzare saranno uguali a quelle esaminate per le iniezioni non armate con l'ulteriore specifica che in questo caso dovranno, necessariamente, presentare maggiore capacità di aderenza, antiritiro, e di resistenza, così da garantire la collaborazione tra armature e muratura, visto che in questo caso si localizzeranno nelle zone più sollecitate.
Avvertenze: talvolta potrà essere necessario consolidare preventivamente la muratura mediante semplici iniezioni di boiacca (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo specifico). In ogni caso questa procedura dovrebbe essere messa in opera, preferibilmente, su murature di buona qualità, in un discreto stato di conservazione prive però, d'adeguate ammorsature tra le pareti ortogonali. Nei muri di modeste sezioni (30-50 cm) le chiodature non avranno alcun effetto benefico nei confronti del setto murario, in quanto la ridotta lunghezza della barra non permetterà il trasferimento per aderenza degli sforzi tra malta d'inghisaggio ed il ferro.
Affinché questo trasferimento avvenga sarà necessario che la barra presenti una lunghezza minima di 40 f o, in alternativa che sia ancorata risvoltandola all'esterno della muratura ed, eventualmente, collegandola con l'armatura di paretine di malta a ritiro compensato realizzate su una o entrambe le facce del pannello murario (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo specifico).
Consolidamento mediante placcaggio di superficie (betoncino armato)
L'intervento (conforme al punto 4 dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) si realizzerà con l'apposizione, su una o possibilmente entrambe le facce del muro, di lastre verticali di materiale a base idraulica realizzate in cantiere opportunamente armate da rete metallica elettrosaldata e, rese solidali alla muratura originale con ferri trasversali passanti nel muro.

Lesioni diffuse

Questa procedura consentirà di migliorare le caratteristiche di resistenza del maschio murario, grazie all'incremento della sezione resistente apportato dalle paretine e dall'effetto di confinamento esercitato sulla muratura degradata. Questa tecnica potrà risultare adatta unicamente su murature particolarmente dissestate (e comunque non caratterizzate da particolari valenze storicoarchitettoniche) con quadri fessurativi estesi e complessi, e quindi non più in grado di eseguire a pieno la loro funzione statica, ma che in ogni modo dovranno essere mantenute parzialmente o integralmente. Questo sistema di consolidamento, pertanto, dovrà essere utilizzato con le dovute cautele, mai in maniera generalizzata, dietro specifiche prescrizioni di progetto o indicazioni della D.L. e, con il benestare degli organi preposti alla tutela del bene oggetto d'intervento. La procedura operativa consterà delle seguenti fasi esecutive.

Preparazione del supporto

Dietro specifica autorizzazione della D.L., si procederà alla rimozione dell'eventuale intonaco, dei rivestimenti parietali, delle parti incoerenti ed in fase di distacco, e della malta dei giunti tra gli

elementi lapidei o laterizi per una profondità minima di 2-3 cm, fino a raggiungere la parte sana della struttura (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). Le, eventuali, lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l'ausilio di aria compressa e strumento aspiratore, nonché stuccate con idonea malta a presa rapida (sarà sufficiente utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale e pozzolana simile a quello utilizzato nelle procedure di stuccature dei materiali lapidei diminuendo però il quantitativo d'acqua nell'impasto). Successivamente la parete dovrà essere spazzolata e lavata con acqua pulita al fine di rimuovere polveri e depositi incoerenti.

Armatura parete

Al fine di inserire i connettori trasversali si dovranno eseguire perforazioni, (con strumento a sola rotazione) passanti in senso obliquo se l'intervento riguarderà entrambe le facce, per 3/4 dello spessore del muro qualora la muratura venga trattata su una sola superficie (esterna o interna); il numero dei tiranti potrà variare in relazione alle disposizioni di progetto, tuttavia sarà opportuno non scendere al di sotto dei 2 tiranti al m2 di parete (di norma si utilizzeranno 4-6 spillature al m2). All'interno di queste perforazioni si collocheranno i tondini di acciaio, lasciandoli sporgere dalla struttura per almeno cm 10 da ogni lato. Le barre saranno del tipo e, del diametro indicato dagli elaborati di progetto ovvero ordinato dalla D.L. con f minimo di 4-8 mm, in assenza di specifiche potranno essere utilizzate barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata Fe B 44 K (in alternativa si potrà utilizzare acciaio zincato o acciaio precedentemente trattato con boiacca passivante anticarbonatante per uno spessore minimo di 1 mm). In corrispondenza delle aperture potrà essere omessa la formazione della lastra al fine di non ridurre la luce delle medesime, avendo cura, però, di raddoppiare le legature perpendicolari al piano del muro, disponendole a quinconce.
Una volta stuccate l'eventuali lesioni, fessure o parti di struttura situate sotto i fori con la malta prescritta, si potranno posizionare reti metalliche elettrosaldate (preferibilmente in acciaio inossidabile) su entrambi i lati del muro. Le reti avranno diametro e maglia come specificato negli elaborati di progetto o comandati dalla D.L., diversamente potranno essere formate da tondini di f 6-8 mm con maglie 100x100 o 150x150 mm risvoltate per almeno 50-100 cm in corrispondenza degli spigoli laterali così da collegare ortogonalmente le nuove paretine armate con le altre strutture portanti. Le eventuali sovrapposizioni di reti dovranno interessare almeno 20 cm ed in ogni caso non meno di due maglie. Una volta posizionata la rete, e fissata con chiodi in acciaio ad "U" o a "J" (f4 mm per una lunghezza minima di 18 cm), le barre saranno ripiegate ad uncino di 90° al fine di connetterle alle maglie della rete e realizzare in tal modo il collegamento tra le paretine ed il nucleo della muratura. In alternativa alla rete metallica si potrà posizionare, dietro specifica indicazione di progetto, una rete in polipropilene (PP) bi-orientata a maglia quadrangolare prodotta per estrusione e sottoposta a processo di stiro a temperatura controllata nelle due direzioni (caratteristiche medie: totale inerzia chimica, maglia 40x30 mm, peso unitario 650 g/m2, resistenza a trazione nelle due direzioni 40 kN/m, allungamento > 10%);
L'accurata sistemazione dell'armatura dell'intonaco risulterà, per la buona riuscita della procedura, un elemento di particolare mportanza, essa, infatti, dovrà essere tenuta separata dal supporto murario per almeno 2 cm, ricorrendo ad idonei distanziatori, in modo da evitare la manifestazione di fenomeni d'instabilità flessionale; per questo motivo sarà necessario disporre la rete in modo che possa trasmettere correttamente gli sforzi alle spillature praticate nel pannello murario.

Messa in opera intonaco

Sul setto murario, preventivamente, bagnato abbondantemente con acqua pulita fino a saturazione, così da evitare ogni possibile sottrazione d'acqua al nuovo materiale, verrà applicato uno strato di malta anche in più riprese, (fino a raggiungimento della quota prevista) del tipo prescritto dal progetto o indicato dalla D.L. avendo cura di riempire, eventuali, vuoti emersi dietro l'armatura metallica, e battendo con frattazzo la superficie trattata prima del tiraggio a liscio con la staggia.
In ogni caso, salve diverse indicazioni di progetto, si dovrà tenere presente che:

– per realizzare spessori inferiori ai 3 cm sarà consigliabile mettere in opera la malta a spruzzo, armata con rete metallica f 4-6 mm con maglia 100x100 mm;
– per realizzare spessori intorno ai 3-5 cm si potrà applicare la malta manualmente, armata con rete metallica f 6-8 mm con maglie 100x100 o 150x150 mm;
– per realizzare spessori superiori ai 5 cm fino ad un massimo di 8-10 cm si dovrà, necessariamente, ricorrere al getto in casseforme armate con rete metallica f 8-10 mm con maglia 100x100 o 200x200 mm.
Lo spessore e, la metodologia di posa in opera dovranno essere comparati e pensati in base al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è stata, e sarà sottoposta la struttura, in ogni caso, potrà essere opportuno eseguire intonaci per uno spessore di circa 4-5 cm.
Al fine di evitare la formazione di fessure e cavillature dovute alla troppo rapida evaporazione dell'acqua d'impasto le paretine dovranno essere tenute umide per almeno 48 ore e protette da vento e/o irraggiamento solare diretto.
Specifiche sulle malte: la malta o betoncino da utilizzare dovrà presentare un modulo elastico basso così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta. A tal fine si potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (o, calce naturale eminentemente idraulica NHL 5) caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es. pozzolana, metacaolino, coccio pesto ecc.), sabbie silicee naturali (granulometria 0,1-2 mm) con l'eventuale aggiunta d'additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) e espansivi minerali (così da controllare il ritiro igronometrico). Le malte (rapporto legante-inerte 1:3) ed i betoncini (rapporto legante-inerte 1:4) a ritiro compensato da utilizzare dovranno in ogni caso presentare le seguenti caratteristiche:
– resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm2;
– modulo elastico a 28 giorni <15000 N/mm2;
– espansione contrastata a 7 giorni > 300 mm/m;
– coefficiente di permeabilità al vapore < 150 m.
L'utilizzo della calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di traspirazione delle pareti.

Lesione isolata
Per interventi su lesioni passanti isolate, anche di spessori consistenti, la procedura si potrà limitare esclusivamente alle fasce
limitrofe la lesione (circa 60-80 cm a cavallo della lesione). Le fasi esecutive saranno le stesse enunciate all'articolo riguardante il placcaggio dell'intera parete ad eccezione di qualche precisazione.
La rete elettrosaldata zincata (f 4-5 mm maglia 100x100 mm) dovrà essere messa in opera in strisce di 60-80 cm, posizionate, a cavallo della lesione, su entrambi i lati della muratura tramite chiodatura e collegata con tondini in acciaio inossidabile ad aderenza migliorata (f 6-8 mm intervallati da circa 40-50 cm) passanti attraverso la lesione, precedentemente scarnita e pulita da parti incoerenti. La malta da utilizzare per risarcire la lesione, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere a base di calce idraulica e, preferibilmente, di tipo espansivo (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). L'esecuzione dell'intonaco dovrà seguire sia le prescrizioni enunciate all'articolo sul placcaggio di superficie sia quelle inerenti il rappezzo di intonaco, ovverosia al fine di non creare discontinuità materiche superficiali si ricorrerà, se non diversamente specificato, ad una rasatura finale utilizzando impasti similari a quelli esistenti (per uno spessore totale non inferiore ai 3 cm).

Lesione d'angolo

Per interventi su lesioni d'angolo, sia ad "L" sia a "T", anche di spessori consistenti, la procedura si potrà limitare esclusivamente alle fasce limitrofe la lesione (minimo 60 cm oltre la lesione per una fascia minima di 80-100 cm). Le fasi esecutive saranno le stesse enunciate nell'articolo riguardante il placcaggio dell'intera parete ad eccezione di qualche precisazione.

Previa esecuzione delle perforazioni nella parete al fine di alloggiare le barre trasversali di collegamento, si posizionerà la rete elettrosaldata zincata (f 5-6 mm maglia 150x150 mm), su entrambe le facce del muro, con adeguata sovrapposizione e risvolto minimo di 50 cm in corrispondenza di spigoli verticali. La rete verrà fissata tramite chiodatura e collegata con tondini in acciaio inossidabile ad aderenza migliorata (f 6-8 mm disposti in maniera più ravvicinata, 35-40 cm, per il primo metro verso il basso e verso l'alto per poi diradarsi, 70-80 cm, verso il centro della rete) inghisati nei perfori e passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti incoerenti. La malta da utilizzare per risarcire le lesioni, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere a base di calce idraulica e, preferibilmente, di tipo espansivo (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici).

L'esecuzione dell'intonaco dovrà seguire sia le prescrizioni enunciate all'articolo sul placcaggio di superficie sia quelle inerenti il rappezzo di intonaco ovverosia, al fine di non creare discontinuità materiche superficiali si ricorrerà, se non diversamente specificato,

ad una rasatura finale utilizzando impasti similari a quelli esistenti (per uno spessore totale non inferiore ai 3 cm).

Lesioni in corrispondenza di aperture

Per interventi su lesioni nelle vicinanze di aperture (porte o finestre), anche di spessori consistenti, la procedura potrà limitarsi, esclusivamente, alle zone limitrofe le lesioni (generalmente circa 60-80 cm a destra e a sinistra dell'apertura e per un'altezza minima pari a 40 cm al di sotto dell'architrave). Le fasi esecutive saranno le stesse enunciate all'articolo riguardante il placcaggio dell'intera parete ad eccezione di qualche precisazione.

Previa esecuzione delle perforazioni nella parete, al fine di alloggiare le barre trasversali di collegamento, si posizionerà la rete elettrosaldata zincata (f 5-6 mm maglia 150x150 mm) su una o entrambe le facce del muro con adeguata sovrapposizione e risvolto minimo di 50 cm in corrispondenza di spigoli verticali. La rete verrà fissata tramite chiodatura e collegata con tondini in acciaio inossidabile, ad aderenza migliorata (f 6-8 mm in ragione di circa 4 al m2), inghisati nei perfori e passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti incoerenti. La malta da utilizzare per risarcire le lesioni, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere a base di calce idraulica e, preferibilmente, di tipo espansivo (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). L'esecuzione dell'intonaco dovrà seguire sia le prescrizioni enunciate all'articolo sul placcaggio di superficie sia quelle inerenti il rappezzo di intonaco, ovverosia al fine di non creare discontinuità materiche superficiali si ricorrerà, se non diversamente specificato, ad una rasatura finale utilizzando impasti similari a quelli esistenti (per uno spessore totale non inferiore ai 3 cm).

Consolidamento mediante placcaggio con materiali FRP

La procedura si pone l'obiettivo di conservare la funzione resistente degli elementi murari, dando loro un'opportuna resistenza a trazione e fornendoli di uno stadio, più o meno elevato, di duttilità sia nel comportamento a piastra, sia in quello a parete di taglio.

L'operazione prevedrà la fasciatura, o meglio il placcaggio esterno, della struttura con nastri di materiale composito, da calibrare in funzione alle condizioni statiche, ancorati direttamente alla muratura da rinforzare mediante l'utilizzo di resine adesive (generalmente epossidiche). Il placcaggio con i materiali FRP consentirà un'efficace incremento, sia del carico ultimo, sia della duttilità così da costituire una più che valida alternativa rispetto alle tecniche più tradizionali come ad esempio le cerchiature rigide. Questa tecnica potrà essere messa in opera, sia per il rinforzo su pannello resistente con lesioni diffuse, sia per ripristinare situazioni di dissesto localizzato come ad esempio risarciture di

lesioni d'angolo, lesioni in corrispondenza di aperture, confinamento di pilastri ecc. I nastri di composito forniranno prestazioni superiori a quelle dell'acciaio armonico, un'adesione perfetta al supporto e spessori ridotti così da potersi mascherare facilmente al di sotto di un semplice strato d'intonaco; inoltre, questa tecnica risulterà completamente reversibile, in quanto i nastri saranno semplicemente incollati alla superficie e potranno essere rimossi mediante trattamento termico.
Le prescrizioni sulla procedura operativa seguiranno quelle previste all'articolo sul consolidamento di volte, delle coperture e delle strutture in c.a. mediante materiali compositi.
Avvertenze: questo protocollo operativo dovrà essere eseguito esclusivamente da operatori specializzati.

Consolidamento mediante tiranti metallici

L'intervento sarà conforme al punto 2, dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.
Il consolidamento mediante la messa in opera di tiranti metallici (elementi costruttivi a sviluppo lineare) consentirà di realizzare un collegamento, ed irrigidimento delle murature così da riuscire a contrastare rischi di traslazione, crolli e distacchi; la cerchiatura per mezzo dei tiranti permetterà di rendere solidali le strutture murarie tanto da garantire un comportamento di tipo scatolare, soprattutto, in caso di azione sismica. I tiranti (realizzati prevalentemente in acciaio inossidabile) potranno essere inseriti all'interno delle strutture da consolidare (murature, strutture lignee di solai e di copertura, in pilastri murari e in fondazioni) o all'esterno; la loro messa in opera potrà essere verticale, orizzontale od inclinata secondo le necessità specifiche richieste dal singolo caso e, in base agli sforzi che dovranno assolvere. Il bloccaggio all'estremità delle strutture sarà garantito da chiavarde o capichiave (che potranno essere a paletto o a piastra) posti su piastre (realizzate in acciaio inossidabile di forma e dimensioni tali da consentire una ripartizione omogenea degli sforzi) necessarie al fine di assicurare l'adeguata ripartizione dei carichi; le piastre potranno essere realizzate in acciaio, con la presenza dei fori per consentire il passaggio dei cavi e delle guaine oppure, in calcestruzzo armato. I paletti dei capichiave andranno orientati a 45° con il braccio superiore rivolto contro il muro trasversale su cui insiste il solaio.
Indipendentemente dalla messa in opera (esterna o interna, orizzontale o inclinata), prima di procedere con l'operazione dovrà essere appurato il grado di consistenza delle strutture, lo stato di conservazione e, soprattutto, la loro stabilità; a tale riguardo prima di effettuare l'intervento potrà essere utile, dove si renderà necessario, operare un consolidamento (scuci e cuci, iniezioni di boiacca, rincocciature, rinforzi delle fondazioni ecc.) delle parti interessate ed influenzate dal successivo stato tensionale indotto dal tirante.
L'operazione inizierà con la localizzazione esatta dei punti di perforazione per il passaggio del tirante, della sua collocazione ed il posizionamento del relativo sistema d'ancoraggio, che dovrà essere saldo ed efficace dal momento che la risoluzione avrà effetto solo se sarà garantita la trazione del tirante, costante nel tempo, capace di contrastare le sollecitazioni in atto. I tiranti potranno essere messi in opera anche binati: uno da una parte e uno dall'altra dello stesso muro trasversale. Il tiraggio del tirante potrà essere fatto a freddo o a caldo.

Consolidamento con tiranti trivellati inseriti nella muratura

Il dimensionamento dei tiranti, definito dagli elaborati di progetto, dovrà essere relazionato alla resistenza a trazione del materiale
utilizzato e quella a taglio del muro su cui verrà posizionato il capochiave (potranno essere messi in opera tiranti in acciaio inossidabile zincati Fe 360 opportunamente dimensionati e, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, potranno essere utilizzati tiranti f 26 mm o f 32 mm).

Tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente

Il tirante orizzontale dovrà essere posizionato in corrispondenza del solaio (al di sotto del pavimento) il più possibile in aderenza al muro ortogonale su cui verrà collocato il capochiave; dopo aver localizzato il percorso del tirante e i punti di perforazione sulla muratura, si procederà alla realizzazione dell'alloggiamento mediante l'utilizzo di trapani esclusivamente rotativi in modo da evitare ulteriori sconnessioni della struttura dissestata, realizzando uno scasso che, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere di circa 25 mm di diametro profondo 40 mm. L'intervento procederà con il posizionamento degli ancoraggi (angolari o intermedi fissati mediante malta di calce idraulica naturale NHL 5) previa preparazione della parte di muratura interessata mediante l'eventuale asportazione d'intonaco e, se necessario, consolidamento; la piastra di ripartizione dei carichi, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà avere dimensioni di 25x25 cm o 30x30 cm spessa 15 mm. Sulla muratura verranno eseguiti i fori di passaggio del tirante, il cui dimensionamento si relazionerà alla sezione del tirante, ricorrendo ad un trapano a rotazione.

Realizzato l'alloggiamento, il cavo dovrà essere fissato alle piastre precedentemente forate; all'interno dei fori (f 50-80 mm) dovrà essere posizionata una guaina protettiva fissata alla parete mediante l'utilizzo di malta o resina. Dopo aver tagliato il tirante a misura d'impiego (pari alla lunghezza della parete più lo spessore del muro e a 30 cm, 15 cm per parte, necessari per l'ancoraggio) e provveduto alla filettatura delle estremità indispensabili per il tiraggio a freddo (15 cm per ogni estremità utilizzando filettatrici) si procederà alla relativa messa in opera. Il tirante passerà dalla guaina prolungandosi qualche centimetro all'esterno della piastra di

ripartizione così da facilitare il tiraggio e l'ancoraggio; verranno posizionati i capochiave (forati se il tiraggio avverrà a freddo) i sistemi di fissaggio ed ancoraggio (dado e controdado, manicotto di collegamento e tiraggio ecc.). Avvenuta la presa del bulbo di ancoraggio (3 o 4 giorni), il tirante verrà messo in tensione (se teso a mano si ricorrerà ad una chiave dinamometrica che serrerà i dadi sino ad ottenere una tensione di circa 150-200 Kg) con gradualità ed a più riprese, fino alla tensione di calcolo (la tensione applicata non dovrebbe superare il 50% di quella ammissibile dal cavo di acciaio utilizzato), controllando eventuali diminuzioni di tensioni (causati o dal tipo di acciaio impiegato o riconducibili ad assestamenti murari improvvisi). La sede di posa dei tiranti ed i fori potranno essere riempiti con iniezioni di malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e, si potrà solidarizzare la guaina e il cavo mediante l'ausilio di resina sigillante. L'operazione terminerà con la posizione dei cunei di bloccaggio del cavo. Tutte le parti metalliche rimaste a vista dovranno essere protette mediante l'applicazione di vernici di tipo epossidico.

Tiranti trivellati inseriti nella muratura verticalmente

I tiranti potranno essere posti all'interno della muratura anche verticalmente, in questo caso il cavo dovrà penetrare all'interno della muratura in posizione perfettamente baricentrica e dovrà interessare una fascia muraria, mediamente, di circa 2 m. Il tirante verticale

sarà formato da un bulbo realizzato al di sotto delle fondazioni del muro e da una testa ancorata alla sommità del muro con una piastra, dadi di bloccaggio e di pretensionamento. La parte sommitale della muratura, che dovrà ospitare la piastra di ripartizione, dovrà essere opportunamente consolidata tramite la messa in opera di una base realizzata con malta di calce eminentemente idraulica così da evitare, soprattutto in murature non perfettamente connesse, danni legati alla precompressione indotta dal tirante su tutta la parete. Per la messa in opera dei tiranti verticali si dovrà ricorrere a delle macchine perforatrici a rotazione potenti, tali da consentire l'esecuzione di fori precisi e di enorme lunghezza. La procedura in questo caso prevedrà: la preparazione dei fori di alloggiamento del tirante tramite sonda a rotazione provvista di punta diamantata per un diametro variabile in ragione alla tipologia di muratura, alla consistenza del materiale e al tipo di tirante (generalmente sarà sufficiente un diametro di 45-80 mm); messa in opera del tondino e del trefolo in acciaio spingendolo sino al disotto delle fondazioni; iniezione di malta eminentemente idraulica in modo da formare il bulbo di ancoraggio del tirante; messa in opera delle piastre di ancoraggio (a farfalla o a rondella fissate con

dadi all'estremità filettata del tirante). Una volta avvenuta la presa del bulbo di ancoraggio si potrà procedere alla messa in tensione del cavo (con martinetto idraulico o a mezzo cavo avvitato alla testa filettata del tirante), la tensione si otterrà mediante chiave dinamometrica applicata sui dadi di serraggio. A tensione avvenuta dovrà essere immessa all'interno del foro, che contiene il tirante, della boiacca di malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 così da assicurare una buona aderenza tra il cavo e la muratura.

Consolidamento con tiranti aderenti alla muratura

Nei casi in cui il tirante orizzontale non potrà essere inserito all'interno del solaio poiché strutturalmente fatiscente, sarà opportuno posizionarlo, sempre al livello del solaio ma sul suo intradosso in adiacenza ai muri trasversali (il tirante potrà essere inserito in scanalature ricavate nella muratura così da non renderlo visibile). L'intervento procederà con la localizzazione dei fori da realizzare sui setti che dovranno accogliere il capochiave al fine di consentire il passaggio del tirante; il foro dovrà presentare un diametro, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, di 30-80 mm realizzato con trapano a sola rotazione con corona diamantata, escludendo qualsiasi azione di percussione. Eseguiti i fori si procederà alla messa in opera del tirante (la cui sezione potrà essere circolare, quadrata o piatta) facendo cura di farlo uscire all'estremità per circa 15 cm (anche in questo caso le due parti che fuoriusciranno dovranno presentarsi opportunamente filettate) e delle piastre di ripartizione messe in opera sulle pareti esterne (seguendo le modalità descritte nell'articolo inerente i tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente). L'operazione procederà con la tesatura del tirante tramite i dadi (interposti dalle rosette) che potrà essere realizzata sia a freddo (utilizzando una chiave dinamometria seguendo la procedura indicata all'articolo inerente i tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente) che a caldo. Nei casi in cui le piastre esterne a lavoro ultimato, non potessero essere più ispezionabili (affogate all'interno della muratura, intonacate ecc.) queste dovranno essere rese solidali con il tirante che in questo caso si comporrà di due parti unite da un manicotto filettato necessario al fine di effettuare il tiraggio del cavo a freddo. L'utilizzo di manicotti intermedi sarà necessario anche nei casi in cui i tiranti risulteranno particolarmente lunghi.
Specifiche: il tiraggio dei tiranti potrà essere realizzato anche a caldo ovvero; una volta posto in opera il cavo e forzate leggermente le zeppe di contrasto con i capichiave si effettuerà un preriscaldamento (mediante l'ausilio di fiamma ossidrica o con una fiaccola a benzina) nel tratto centrale; il cavo si allungherà per effetto termico, a questo punto, un volta raggiunta la lunghezza indicata dal progetto, si inserirà il sistema di bloccaggio all'estremità dopodiché, bloccando gli ancoraggi il tirante svilupperà la sua tensione raffreddandosi.
I tiranti orizzontali messi in opera sulle pareti più lunghe dovranno essere applicati leggermente sopra a quelli che corrono sulle pareti più corte; inoltre, in presenza di solai sfalsati, i tiranti orizzontali dovranno essere posizionati a metà tra i due. La piastra di ancoraggio potrà essere sostituita da una piastra armata spessa e larga incassata e ammorsata all'interno della muratura. Per maggiori specifiche riguardanti le miscele da iniezione si rimanda a quanto detto all'articolo specifico sulle iniezioni di miscele leganti.

Consolidamento mediante tiranti antiespulsivi

In presenza di pareti caratterizzate da paramenti in parte o totalmente scollegati tra loro (muratura a sacco o a paramenti accostati e non connessi) che presenteranno degli spanciamenti o delle deformazioni, si potrà ricorrere all'uso dei tiranti antiespulsivi. La tecnica d'intervento sarà indirizzata al ripristino della continuità trasversale della muratura, ricorrendo all'inserimento di barre metalliche, passanti, ancorate mediante piccole piastre bullonate alle facce esterne della muratura. L'intervento potrà essere reversibile, poiché non prevedrà l'utilizzo di materiali leganti per fermare la barra ma, allo stesso tempo, per la sua immediata connotazione sulla parete, sarà opportuno limitarlo nella quantità evitando così un'eccessiva alterazione della configurazione superficiale della parete.
L'effettiva efficacia dell'intervento sarà strettamente connessa alla natura ed alla qualità della muratura su cui si opererà il consolidamento, così come le singole fasi operative varieranno in

relazione al singolo caso specifico. Le fasi esecutive consteranno in: realizzazione dei fori (se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto potrà essere sufficiente realizzare una perforazione ogni m2 di parete) mediante l'utilizzo di trapano a sola rotazione e non a percussione poiché potrebbe aggravare il dissesto della struttura, utilizzando una punta da 20-25 mm, eseguiti in punti ottimali per l'ancoraggio dei tiranti (la superficie in quelle zone dovrà presentarsi sufficientemente piana così da consentire la buona aderenza della piastre); asportazione dal foro di eventuali detriti ed introduzione del tirante (f 16-20 mm) in acciaio inossidabile con l'estremità filettate che fuoriusciranno dalla muratura (circa 4-5 cm) tanto da consentire il facile bloccaggio; inserimento delle piastre (con un diametro dimensionalmente rapportato al tipo di murature sulla quale dovranno insistere, ad esempio su una muratura mista f 80-100 mm) che bloccheranno i tiranti su entrambe le contrapposte pareti; infine, il serraggio della barra avverrà mediante bullonatura in acciaio (utilizzando, se esplicitamente richiesti dalla D.L. bulloni ciechi) allo scopo di riuscire ad attribuire una modesta pre-sollecitazione alla barra.
Specifiche: si ricorda che la realizzazione di eventuali piccoli scassi sulla muratura, al fine di nascondere in parte le piastre, saranno sconsigliati poiché potranno ridurre l'efficacia dell'intervento.

Consolidamento mediante diatoni artificiali
Al fine di consolidare, e legare trasversalmente murature sconnesse, si potrà procedere introducendo all'interno della struttura elementi artificiali (diatoni), di forma cilindrica messi in opera all'interno di fori realizzati mediante l'uso di una carotatrice. La messa in opera di questo tipo di risoluzione potrà essere fatta anche su murature di qualità molto scadente poiché non genera alcuna presollecitazione; la quantità dei diatoni da introdurre all'interno della muratura sarà connessa alla consistenza della muratura stessa.
La procedura prevedrà: realizzazione dei fori (f 15 cm) mediante l'uso di una sonda a rotazione, fissata alla muratura in modo da realizzare forature perfettamente orizzontali localizzate in modo da non arrecare ulteriori danni alla struttura (da evitare parti particolarmente fragili esteriormente); l'armatura del diatono verrà realizzata tramite un traliccio a spirale in acciaio inossidabile (AISI 304L o 316L) o passivato (5-6 barre f 8 ed eventuale staffa f 4-6 a spirale) tagliato in base allo spessore della muratura da consolidare inserito all'interno del foro (ricorrendo all'uso di opportuni distanziatori per meglio posizionarlo) e collegato con il controtappo (munito di foro per garantire l'iniezione della malta e dotato di ferri longitudinali della lunghezza di 10 cm) tramite legatura o saldatura; su entrambe le pareti, le zone adiacenti al foro, dovranno essere sigillate mediante stuccatura in modo da ovviare l'eventuale fuoriuscita della miscela che verrà iniettata, facendo cura di lasciare una piccola fessura nella parete dove avverrà l'immissione della miscela così da consentire il passaggio dell'aria; infine l'intervento terminerà con l'iniezione, tramite una leggera pressione all'interno dell'armatura, di malta fluida (per maggiori delucidazioni al riguardo si rimanda all'articolo inerente le iniezioni di miscele leganti).
Specifiche: questa tecnica risulterà adatta per sopportare sollecitazioni di origine sismica grazie al collegamento monolitico che si verrà a creare tra le due facce del muro.

Cerchiature in acciaio di aperture e vani in murature portanti
La procedura avrà come obiettivo quello di eseguire una cerchiatura con lo scopo di realizzare un'apertura a strappo in una muratura portante senza compromettere la stabilità delle strutture originali. Sarà necessario, in ogni caso, procedere con cautela, considerando l'intervento in modo accurato al fine di evitare possibili lesioni di assestamento.
Dopo aver posto in opera elementi provvisionali, allo scopo di forzare staticamente i solai che si appoggeranno sulla muratura oggetto di intervento, si eseguiranno le aperture verticali in corrispondenza delle mazzette, appoggi della struttura di architrave.
All'interno della muratura esistente, saranno inseriti due piedritti costituiti da uno o più profilati metallici (in genere profili a doppio "T" Fe 360 o Fe 430) a seconda dello spessore della muratura ed, in ogni caso scelti seguendo le disposizioni di progetto o indicazioni della D.L. (ad es. HEA 140),

ancorati mediante spillature perimetrali sagomate ad “L” e saldati a caldo al montante in oggetto; questi ancoraggi saranno costituiti da barre in acciaio ad aderenza migliorata Fe B 44 K (ad es. 4 f 14/300 mm) inghisate, (con malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 a ritiro compensato e con buone caratteristiche di aderenza), in perfori f 24 mm, eseguiti con strumento a sola rotazione, di lunghezza ed inclinazione variabili (in ogni caso non inferiori ai 200 mm), intervallati ogni 50-60 cm o secondo indicazioni della D.L. constatate sul posto le reali condizioni delle murature.
In alternativa ai piedritti d’acciaio potranno essere messi in opera delle spallette in muratura migliorata (per tutto lo spessore della muratura e di lunghezza minima pari a tre teste) in mattoni pieni allettati con malta a base di leganti idraulici (tipo calce idraulica naturale NHL 5) seguendo la tecnica del “scuci e cuci” a piccoli tratti fino a sostituire la vecchia struttura con una nuova.
Le nuove spallette dovranno essere correttamente ammorsate alla muratura da mantenere (un adeguato numero di morse sarà di circa una ogni cinque filari) e, allo stesso tempo, creare il paramento verticale sui lati interni dell’apertura lungo la quale, procedendo in aderenza, si effettuerà lo strappo della muratura da demolire. I nuovi piedritti dovranno, inoltre, essere fasciati da rete in acciaio elettrosaldata, fissata a mezzo di chiodature, (ad es. f 5-6 mm con maglia 100x100 mm) per una lunghezza pari a circa 50-60 cm allo scopo di migliorare l’ancoraggio alla muratura esistente.
Di seguito si eseguirà la prima traccia orizzontale sulla muratura (la scelta di utilizzare due profilati accoppiati è dettata, principalmente, da esigenze esecutive) al fine di ospitare il primo profilato metallico (la sezione della trave potrà essere composta, a seconda della luce, del carico e dello spessore del muro di due o più profilati del tipo IPE o HE) che appoggerà su piastra in acciaio, di dimensioni variabile (ad es. con profilato HEA 140 montato su muratura di 45 cm, la piastra avrà dimensioni 140x450x10 mm), saldata sulla sommità dei montanti. Il profilato sarà messo a contrasto con la muratura sovrastante mediante zeppe e/o cunei di ferro o spezzoni di lastre d’ardesia in modo da imprimere al ferro una freccia preventiva. Allorché l’architrave sia di lunghezza notevole e tra l’estradosso del profilato ed il solaio soprastante vi sia sufficiente altezza, la freccia preventiva si potrà ottenere con l’ausilio di un martinetto idraulico (previa interposizione di una piastra metallica tra muratura e martinetto) alloggiato in un opportuno vano ricavato sopra la trave. Effettuata la messa in opera del primo elemento in acciaio s’interverrà, sul lato del muro opposto, seguendo la medesima procedura per mettere in opera il secondo. Eseguita l’architrave si potrà demolire la porzione centrale di muratura e si collegheranno i profilati per mezzo di chiavarde (ad es. f 16 mm), inserite in fori corrispondenti eseguiti prima della messa in opera, distanziate da circa 140-150 cm una dall’altra partendo dagli appoggi. Il vuoto tra le due ali esterne dei profilati, riempito con tavelline in cotto murate con malta a base di leganti idraulici, potrà essere colmato, a seconda delle specifiche di progetto o indicazioni della D.L. con: muratura di mattoni pieni, calcestruzzo di cemento confezionato con inerti sottili, utilizzando come cassaforma a perdere un piano di tavelle posate sulle ali inferiori interne; il getto sarà eseguito mediante fori praticati lateralmente al di sopra dell’estradosso delle travi. Successivamente si eseguirà la messa in opera del traverso inferiore costituito da un piatto in acciaio di dimensione variabili con uno spessore minimo di 10-12 mm (ad es. 2200x450x15 mm) che dovrà essere, anch’esso, saldato a caldo con cordoni angolari al telaio sovrastante.
Specifiche: al fine di proteggere i profilati metallici sarà consigliabile trattarli con apposita boiacca passivante anticarbonatante (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli riguardante il ripristino di opere in c.a.), inoltre per migliorare l’aggrappaggio dell’intonaco sarà consigliabile fasciare la cerchiatura con rete in acciaio elettrosaldata a maglia stretta (ad es. f 3-4 mm con maglia 50x50 mm) per una lunghezza pari a circa 60-80 cm.
In caso di cerchiatura mista, ovverosia con spallette in muratura migliorata ed architrave d’acciaio, sarà obbligatorio ammorsare efficacemente i profilati nella muratura esistente pari a circa una volta e mezzo lo spessore del muro. Nel caso l’architrave dovrà sostenere elevati carichi, si inseriranno delle alette di irrigidimento saldate con cordoni d’angolo.
Le aperture a strappo non dovranno essere eseguite in strutture murarie con quadro fessurativo avanzato, in presenza di uno stato conservativo dei materiali pessimo e, anche in quelle che, pur essendo in discrete condizioni saranno di sostegno ad altre strutture malmesse; fermo restando che

non sia previsto un preventivo generale quanto accurato restauro delle strutture. Le sezioni delle architravi dovranno essere scelte calcolando le sollecitazioni a flessione e taglio e le frecce di inflessione di due unità accoppiate, i vincoli di estremità dovranno essere considerati come semplici appoggi.. In presenza di murature di elevato spessore con possibilità di caduta di materiale intermedio fra i paramenti sostenuti dalle travi potranno essere messi in opera, previa esecuzione di fori subito sopra l'estradosso delle stesse, dei monconi di profilati ad "U" appoggiati sulle ali superiori delle travi e riempiendo i vuoti con malta a ritiro controllato.

Articolo n° 13 – TRATTAMENTI DI CONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI

I requisiti di un buon consolidamento sono:
penetrazione in profondità fino a raggiungere il materiale sano;
buon potere consolidante;
diminuzione della porosità;
assenza di danni indotti (diretti o indiretti);
reversibilità;
ripristino della continuità materica delle fratture;
mantenimento della cromia originaria evitando colorazioni e brillantezze.
I consolidanti devono avere i seguenti requisiti:
non formare prodotti secondari dannosi;
essere assorbiti uniformemente dalla pietra fino a raggiungere il materiale sano;
possedere un coefficiente di dilatazione termica non molto dissimile dal materiale consolidato;
non alterarsi nel tempo per invecchiamento;
assicurare una buona traspirabilità;
possedere buona reversibilità;
possedere buona permeabilità.

Tecniche di consolidamento
I metodi consentiti per l'applicazione del consolidante sono:
Applicazione a pennello. Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie da trattare, si applica la soluzione a pennello morbido fino a rifiuto. Il trattamento deve essere iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita, aumentando via via la concentrazione superiore allo standard per le ultime passate.
Nella fase finale dell'applicazione è necessario alternare mani di soluzioni di resina a mani di solo solvente, per ridurre al minimo l'effetto di bagnato.
Applicazione a spruzzo. Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie, si applica la soluzione a spruzzo fino a rifiuto. Il trattamento deve essere iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita, aumentando la concentrazione fino a giungere ad un valore superiore allo standard per le ultime passate. È possibile chiudere lo spazio da trattare mediante fogli di polietilene resistente ai solventi, continuando la nebulizzazione anche per giorni; la soluzione in eccesso, che non penetra entro il materiale, viene recuperata e riciclata.
Applicazione a tasca. Nella parte inferiore della zona da impregnare, si colloca una specie di grondaia impermeabilizzata con lo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare viene invece ricoperta con uno strato di cotone idrofilo e chiusa da polietilene. Nella parte alta un tubo con tanti piccoli fori funge da distributore di resina.
La resina viene spinta da una pompa nel distributore e di qui, attraverso il cotone idrofilo, penetra nella zona da consolidare; l'eccesso si raccoglie nella grondaia da dove, attraverso un foro, passa alla tanica di raccolta e da qui ritorna in ciclo. È necessario che il cotone idrofilo sia a contatto con il materiale, per questo deve essere premutogli contro. La soluzione di resina da utilizzare dev'essere nella sua concentrazione standard.

Applicazione per colazione. Un distributore di resina viene collocato nella parte superiore della superficie da trattare; questa scende lungo la superficie e penetra nel materiale per assorbimento capillare. La quantità di resina che esce dal distributore dev'essere calibrata in modo da garantire la continuità del ruscellamento. Il distributore è costituito da un tubo forato, ovvero da un canaletto forato dotato nella parte inferiore di un pettine o spazzola posti in adiacenza alla muratura, aventi funzione di distributori superficiali di resina.
Applicazione sottovuoto. Tale trattamento può essere applicato anche in situ: consiste nel realizzare un rivestimento impermeabile all'aria intorno alla parete da trattare, lasciando un'intercapedine tra tale rivestimento e l'oggetto, ed aspirandone l'aria. Il materiale impiegato per il rivestimento impermeabile è un film pesante di polietilene. La differenza di pressione che si stabilisce per effetto dell'aspirazione dell'aria tra le due superfici del polietilene è tale da schiacciare il film sulla parte da trattare, e da risucchiare la soluzione impregnante.
Terminata l'operazione di consolidamento, potrebbe essere necessaria un'operazione di ritocco finale per eliminare gli eccessi di resina con appropriato solvente; questa operazione deve essere eseguita non oltre le 24 ore dal termine dell'impregnazione con materiale consolidante. Inoltre, potrebbe essere necessario intervenire a completamento dell'impregnazione in quelle zone dove, per vari motivi, la resina non avesse operato un corretto consolidamento. Potrà anche essere aggiunto all'idrorepellente un opacizzante come la silice micronizzata o le cere polipropileniche microcristalline.
In caso di pioggia o pulizia con acqua sarà necessario attendere prima di procedere alla completa asciugatura del supporto e comunque bisognerà proteggere il manufatto dalla pioggia per almeno 15 giorni dopo l'intervento.
Il prodotto dovrà essere applicato almeno in due mani facendo attenzione che la seconda venga posta ad essiccamento avvenuto della prima.
Il trattamento non dovrà essere effettuato con temperature superiori ai 25°C ed inferiori a 5°C, e si eviterà comunque l'intervento su superfici soleggiate.

Consolidamento delle rocce sedimentarie
Arenaria e tufo - È consigliato l'uso degli esteri dell'acido silicico applicati col sistema a tasca (possibile anche l'utilizzo del silicato di etile). Le sigillature si effettuano con una miscela di pietra macinata, grassello e resina acrilica.
Travertino - Come consolidante può essere utilizzata una miscela di silicati ed alchil-alcossi-silani o alchil-alcossi-polisilani e miscele di resine acriliche e siliconiche.
Pietra d'Angera, pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici - Si utilizza silicato di etile o esteri dell'acido silicico. Le stuccature vanno realizzate con grassello di calce e polvere della pietra stessa.

Consolidamento delle rocce metamorfiche (marmi, serpentini, miscoscisti, calciscisto)
Le fessurazioni saranno sigillate con impasto costituito da grassello di calce, polvere di marmo e sabbia. È consigliato l'utilizzo di resine siliconiche di tipo metil-fenil-polisilossano per assorbimento sottovuoto o capillare, di miscele di silicati ed alchil-alcossi-silani, di alchil-alcossi-polisilani, di resine acriliche, di resine acriliche e di miscele di resine acriliche e siliconiche. Il consolidamento statico e l'incollaggio delle parti deve essere effettuato con perni in materiale non alterabile: alluminio, acciai speciali, resine epossidiche.

Consolidamento di cotto e laterizi
I laterizi possono essere consolidati con silicati di etile, alchil-alcossi-silani o miscele dei due.

Consolidamento del calcestruzzo
Il riempimento delle lacune deve essere effettuato con una malta che non presenti né ritiro né carbonatazione. Si devono utilizzare cementi espansivi o a ritiro controllato che presentino una buona deformabilità. Per tali qualità è necessaria la presenza di additivi idonei nella malta. La superficie sulla quale si interviene deve essere ruvida e umida. La malta va gettata con forza sulla superficie in

modo da non far rimanere residui d'aria. Sulla superficie deve poi essere applicato un additivo di cura per evitare la carbonatazione troppo rapida, consistente in una vernice che, dopo un certo periodo di tempo, si spellicola automaticamente.
Per un calcestruzzo a vista è consigliato l'impiego di un cemento Portland molto compatto oppure di cemento pozzolanico. Nel caso d'interventi in zone ricche di solfati ci si deve servire di cemento ferrico che non contiene alluminato tricalcico. In ambienti ricchi d'acqua a quest'ultimo va aggiunta pozzolana.

Consolidamento degli intonaci
Nel caso in cui il materiale si presenti decoesionato si consiglia l'uso degli esteri etilici dell'acido silicico.
La riadesione degli strati d'intonaco al supporto murario dovrà avvenire mediante iniezioni di miscela a base di calce pozzolanica additivata con riduttori d'acqua organici (ma non resine) all'1% del legante allo stato secco. La miscela dovrà avere caratteristiche analoghe a quelle della malta costituente l'intonaco, la medesima porosità, non contenere sali solubili e presentare una buona iniettabilità in fessure sottili. Inoltre non dovrà avere resistenza meccanica superiore al supporto.
Si dovrà procedere all'eliminazione di polveri e detriti interni mediante apposite attrezzature di aspirazione. Verranno in seguito effettuate iniezioni di lavaggio con acqua ed alcool. Si procederà quindi all'imbibizione abbondante del supporto, mediante iniezioni, al fine di facilitare la fuoriuscita di eventuali sali ed evitare bruciature della nuova malta.
Sarà poi necessario far riaderire al supporto l'intonaco distaccato, ponendo sulla superficie del cotone bagnato ed esercitando una lieve pressione tramite un'assicella.
Le iniezioni dovranno essere effettuate, fino a rifiuto, dal basso verso l'alto per permettere la fuoriuscita dell'aria; durante tutta l'operazione si continuerà ad esercitare una leggera pressione. Si procederà sigillando le parti iniettate.

Consolidamento degli stucchi
Nel caso si siano verificati distacchi di lamine decorative o il materiale si presenti decoesionato, potranno essere utilizzate resine in emulsione acquosa, applicate a pennello su carta giapponese. Qualora l'elemento presenti distacchi dal supporto murario, il riancoraggio potrà avvenire mediante l'iniezione di miscele idrauliche a base di calce idrata e cocciopesto o pozzolana, eventualmente addizionate con fluidificante e miscele adesive. Le eventuali nuove armature devono essere in acciaio inossidabile o vetroresina.
Consolidamento dei materiali lapidei
È adatto un consolidante composto da esteri etilici dell'acido silicico. Una dispersione acquosa pronta all'uso di un metacrilato, è adatta al trattamento di calcari e di materiali porosi.
Consolidamento di particolari architettonici
Le superfici si consolidano e si proteggono solo dopo un'accurata ed approfondita pulizia.
Le tecniche di consolidamento più usate sono:
la tecnica del vuoto, adatta per il consolidamento di particolari architettonici di piccole e medie dimensioni. Il manufatto, tenuto sotto l'azione del vuoto, ha la possibilità di assorbire notevoli quantitativi di sostanza impregnante; l'azione del vuoto, inoltre, è efficace, anche, per eliminare l'umidità e le polveri presenti all'interno dei pori;

- la tecnica delle tasche: ricoperti i manufatti deteriorati con uno strato di cotone idrofilo, si applica una gronda di cartone impermeabile e si avvolge il tutto con fogli di polietilene raccordato nella parte superiore con dei tubetti adduttori.

- l'impregnante, spinto da una pompa a bassa pressione, satura tramite i tubetti adduttori il cotone che, aderendo alla superficie del manufatto, gli trasmette la sostanza consolidante. L'eccesso di impregnazione percola nella gronda e rientra in circolo mediante un recipiente di raccolta

collegato alla pompa. In questo modo, la resina bagna la struttura per tutto il tempo occorrente all'ottenimento del grado d'impregnazione voluto.

- È necessario adattare le modalità operative e le quantità d'impregnazione al livello di degrado del manufatto che si potrà presentare costituito da:
- materiali fortemente alterati: in questo caso è necessaria una maggiore quantità di sostanza consolidante;
- materiali poco alterati: in questo caso, essendo poco porosi e compatti, occorre una quantità minima di sostanza impregnante.

Articolo n° 14 – INTERVENTI CONSOLIDAMENTO MATERIALI LAPIDEI

Gli interventi di consolidamento operati sui "materiali lapidei" devono essere mossi dalla volontà di ristabilire una continuità, alterata a causa dei diversi fenomeni di degrado, tra la parte esterna del materiale e quella più interna in modo da poter garantire una
coesione materica capace di eliminare le differenze fisico-meccaniche che si sono generate tra i vari strati. Le operazione di consolidamento devono, infatti, assicurare l'adesione del materiale danneggiato a quello sano in modo da ristabilire un equilibrio strutturale capace di assicurare un comportamento solidale nei confronti delle diverse sollecitazioni e, allo stesso tempo, permettere di fronteggiare le condizioni al contorno; il fine è quello di ripristinare la resistenza meccanica originale del materiale sano, evitando, per questo, interventi eccessivi che potrebbero alterare la costituzione intrinseca della struttura con effetti, a lungo termine,
difficilmente prevedibili.
L'intervento di consolidamento di un apparecchio murario risulta particolarmente complesso poiché, la sua reale efficacia è relazionata alla conoscenza di diversi fattori tra i quali: la natura dei materiali, i cambiamenti riconducibili al naturale
invecchiamento della struttura, le diverse patologie di degrado compresenti, lo stato conservativo e le sollecitazioni in atto. Definito il
quadro conoscitivo della struttura è importante stabilire se è realmente possibile eliminare le cause che hanno provocato le patologie degeneranti; contrariamente l'intervento di consolidamento non potrà essere considerato risolutivo e duraturo nel tempo. L'analisi
puntuale della struttura deve servire al fine di evitare operazioni generalizzate a tutta la superficie; alle diverse problematiche riscontrate deve corrispondere un intervento specifico opportunamente testato, prima della messa in opera, su appositi provini
campioni in situ al fine di comprovarne la reale efficacia e, allo stesso tempo, rilevare l'eventuale insorgenza di effetti collaterali.
L'operazione di consolidamento dei materiali lapidei si concretizza impregnando il materiale in profondità, al fine di evitare la formazione di uno strato superficiale resistente sovrapposto ad uno degradato, con sostanze di varia natura (organiche e/o
inorganiche) applicate utilizzando diversi strumenti a seconda dei casi specifici (pennelli, spatole, impacchi, siringhe ecc.); la riuscita dell'intervento dipende sia dalla sostanza utilizzata sia dalla sua corretta modalità di applicazione. È opportuno ricordare che la sostanza consolidante deve essere compatibile con la natura del materiale per modulo di elasticità e di dilatazione termica così da non
creare traumi interni alla struttura, inoltre deve essere in grado di ostacolare l'aggressione degli agenti patogeni. Il materiale introdotto non deve saturare completamente i pori così da non alterare i valori di permeabilità al vapore propri del materiale.
È buona norma inserire all'interno dei programmi di manutenzione, postumi all'intervento di conservazione, dei controlli periodici mirati alla verifica dell'effettiva validità delle operazioni di consolidamento in moda da poter realizzare il monitoraggio nel tempo e

testarne il comportamento.

OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO DI MATERIALI LAPIDEI

Con il termine “materiale lapideo” dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Generalità

Le procedure di consolidamento risultano essere sempre operazioni particolarmente delicate, e come tali necessitano di un’attenta analisi dello stato di fatto sia dal punto di vista della conservazione dei materiali sia del quadro fessurativo così da poter comprendere a fondo e nello specifico la natura del supporto e le cause innescanti le patologie di degrado; in riferimento a queste analisi si effettuerà la scelta dei prodotti e delle metodologie di intervento più idonee; ogni operazione di consolidamento dovrà essere puntuale, mai generalizzata; sarà fatto divieto di effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, utilizzare prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L. Ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato. Su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell’impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovverosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Ad operazione eseguita dovrà, sempre, essere verificata l’efficacia, tramite prove e successive analisi, anche con controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni che potranno essere inserite nei programmi di manutenzione periodica post-intervento).

I consolidamenti che si potranno realizzare sono diversi, ovvero:

Consolidamento coesivo

Il prodotto consolidante verrà applicato localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale (consolidamento corticale) per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti: l’obiettivo che si porrà sarà di ristabilire con un nuovo prodotto il legante degradato o scomparso. Le sostanze consolidanti potranno essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti nel materiale (consolidanti inorganici o a base di silicio), oppure sostanze sintetiche (consolidanti organici) estranee alla composizione originaria del materiale ma comunque in grado di migliorarne le caratteristiche fisiche; di norma si realizzerà con impregnazione fino al rifiuto;

Consolidamento adesivo

Con questo termine s’intenderà un’operazione di “rincollaggio” di rivestimenti distaccati dal loro supporto originale come, ad esempio, un frammento di pietra od uno strato di intonaco per i quali si renderà necessario ristabilire la continuità fra supporto e rivestimento. Questo tipo di consolidamento, avverrà tramite iniezioni di malte fluide o resine acriliche in emulsione ovvero, con ponti di pasta adesiva a base di calce idraulica o resina epossidica. Sarà obbligatorio verificare, anche sommariamente, il volume del vuoto da riempire al fine di scegliere la giusta “miscela” da iniettare. Cavità piuttosto ampie dovranno essere riempite con malte dense e corpose; al contrario, modeste cavità necessiteranno di betoncini più fluidi con inerti piuttosto fini.

Fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati (mediante perni)

La procedura ha come obiettivo quello di far riaderire parti in pietra staccate o in fase di stacco mediante idonei adesivi sia a base di leganti aerei ed idraulici (calci) sia leganti polimerici (soprattutto resine epossidiche). Si ricorrerà a questa procedura allorché si dovranno incollare, o meglio riaderire, piccole scaglie di materiale, porzioni più consistenti, riempire dei vuoti o tasche associate a un distacco di strati paralleli alla superficie esterna della pietra (dovuti ad es. a forti variazioni termiche). La procedura applicativa varierà in ragione dello specifico materiale di cui sarà costituito l’elemento da incollare, dei tipi di frattura che questo presenterà e

che occorrerà ridurre e dei vuoti che sarà necessario colmare affinché l'operazione risulti efficace.
Nel caso di interventi su manufatti e superfici particolarmente fragili e degradate e su frammenti molto piccoli, l'adesivo dovrà presentare una densità e un modulo elastico il più possibile simile a quello del o dei materiali da incollare in modo tale che la sua
presenza non crei tensioni tra le parti; per la riadesione di pellicole pittoriche, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, sarà opportuno utilizzare una emulsione acrilica al 2-3% diluita in alcool incolore stesa a pennello a setola morbida.
Allorché si dovranno riaderire dei frammenti o porzioni più consistenti, sarà preferibile inserire adeguati sistemi di supporto costituiti da perni in acciaio inossidabile AISI 316L (minimo f 4 mm), in titanio o, se l'incollaggio interesserà parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. La procedura operativa seguirà quella descritta all'articolo sulle stuccature d'elementi lapidei. In alternativa alla malta di calce idraulica, per il fissaggio e la riadesione di parti più consistenti si potranno utilizzare modeste porzioni di resina epossidica (bicomponente ed esente da solventi) in pasta stesa con l'ausilio di piccole spatole ed eventualmente, se indicato dagli elaborati di progetto, caricate con aggregati tipo carbonato di calcio o sabbie silicee o di quarzo al fine di conferire maggiore consistenza alla pasta e consentire il raggiungimento degli spessori previsti. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. In ogni caso si ricorrerà ad un impasto d'adeguata tissotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire. Durante la fase di indurimento dell'adesivo sarà necessario predisporre dei dispositivi di presidio temporaneo costituiti, a seconda delle dimensioni del frammento, da carta giapponese, nastro di carta, morsetti di legno ecc. facendo attenzione a non danneggiare in alcun modo il manufatto. Al fine di coprire gli eventuali ponti di resina epossidica, stesi per il consolidamento, si potrà utilizzare un betoncino elastico del colore simile al supporto originario, ottenuto dall'impasto fra polvere della stessa pietra e da un legante copolimero vinildene fluoroesafluoropropene al 10% in acetone. La preparazione dell'impasto, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, avverrà amalgamando una parte in peso di prodotto con 0,75 parti d'inerte della stessa granulometria e colore dell'originale (in alternativa si potrà utilizzare sabbia silicea con granulometria tra 0,10-1,5 mm e aiutare il colore con pigmenti in polvere) mescolando bene fino ad ottenere una consistenza simile ad una malta. Sarà consigliabile non preparare grandi quantità di stucco al fine di evitare la presa prima della completa messa in opera. Il prodotto sarà completamente reversibile tramite acetone.
Consolidamento dello strato corticale mediante impregnazione con consolidanti organici
La procedura di impregnazione può essere eseguita su manufatti in pietra, intonaco, laterizio e legno allorché si renda necessario garantire il consolidamento non solo corticale ma anche in profondità. Questa procedura si basa sul principio fisico della capillarità, ovverosia la capacità dei fluidi in genere (i liquidi in particolare), di riuscire a penetrare naturalmente per adesione dentro lo spazio tra due superfici molto vicine di una cavità. Grazie all'impiego di sostanze organiche, che penetreranno all'interno del manufatto, si potranno ristabilire o migliorare sia le proprietà fisiche (riduzione della porosità e aumento della coesione) sia meccaniche (incremento della resistenza a compressione) dei materiali trattati. Il consolidante entrerà all'interno del manufatto, in una prima fase, per capillarità e solo in un secondo tempo si distribuirà per diffusione; al fine di permettere questa seconda fase (sovente sviluppata molto lentamente) è opportuno che il prodotto scelto non polimerizzi troppo velocemente così da poter riuscire a diffondersi in maniera uniforme nel manufatto. I parametri da valutare prima di iniziare la procedura sono:
– viscosità del fluido consolidante;
– diametro dei pori e dei capillari e loro distribuzione all'interno dell'elemento da trattare;
– bagnabilità del materiale.

La procedura d'intervento varierà in ragione al consolidante indicato dagli elaborati di progetto (silicato di etile, resine acriliche in dispersione o in soluzione, resine acril siliconiche ecc.) in ogni caso saranno necessarie alcune operazioni preliminari comuni a tutti i trattamenti. Prima di iniziare il trattamento sarà opportuno eseguire delle campionature al fine di valutare la quantità di consolidante (percentuale di diluizione e scelta del solvente) la riuscita della procedura e la reale penetrazione di impregnazione; inoltre dovranno essere predisposte opportune protezioni sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante. La quantità di prodotto da applicare per metro quadrato di superficie sarà in stretta dipendenza dai seguenti parametri del supporto: natura e capacità assorbente, grado di porosità, profondità di imbibizione se trattasi di pietre, grado di decoesione causata da patologie.
Qualsiasi trattamento consolidante prescelto dovrà essere applicato su superficie perfettamente asciutta, pulita e sgrassata (in modo da evitare che depositi superficiali impediscano la penetrazione) così come, in presenza di scaglie in fase di distacco o superfici particolarmente decoese, sarà indispensabile effettuare un preconsolidamento al fine di evitare che l'eventuale passaggio ripetuto del pennello possa rimuovere tali frammenti. La procedura di consolidamento per impregnazione dovrà essere ripetuta per più volte (in genere non più di 5 passaggi) fino ad ottenere la saturazione dell'elemento (fino "a rifiuto") in ragione sia del fluido prescelto sia, soprattutto, dalla porosità del materiale oggetto di intervento. La scarsa penetrabilità dei materiali poco porosi dovrà essere ovviata con passaggi alternati di soluzione diluita e nebulizzazione di solvente puro (in tal modo si faciliterà l'ingresso della soluzione consolidante e, nello stesso tempo, si ridurrà al minimo l'effetto bagnato) oppure ricorrendo all'impiego di soluzioni particolarmente diluite, aumentando gradualmente la concentrazione nelle ultime mani. La procedura dovrà, comunque, essere operata per zone limitate e non simultaneamente su tutta la superficie al fine di agevolare la fuoriuscita dell'aria dall'interno dei fori e delle discontinuità presenti nel manufatto così da migliorare la penetrazione e la distribuzione interna del consolidante. Tra i materiali consolidanti utilizzabili con questa tecnica il silicato di etile (si veda l'articolo specifico), le resine acriliche (in emulsione o in soluzione), le resine acrilico-siliconiche, le emulsioni acquose di silicato di potassio e i silossani oligomerici in solventi organici sono i prodotti più versatili e di conseguenza più comunemente utilizzabili.
Tra le resine acriliche da utilizzare in soluzione, se non diversamente specificato da indicazioni di progetto, si può ricorrere ad una resina acrilica solida a base di Etil-metacrilato/metil-acrilato fornita in scaglie diluibile in vari solventi organici tra i quali i più usati sono diluente nitro, acetone, clorotene; questa resina grazie all'eccellente flessibilità, trasparenza, ottima resistenza all'acqua, agli acidi, agli alcali, agli oli minerali, vegetali e grezzi, alle emanazioni dei prodotti chimici ed al fuoco può essere impiegata per il consolidamento di manufatti in pietra, intonaco, legno, ceramica ecc. In linea generale la preparazione della soluzione dovrà seguire i seguenti passaggi: unire per ogni litro di solvente scelto dalla D.L. a seconda del tipo di intervento, da 20 fino a 300 g di resina solida, in un contenitore resistente ai solventi. Il solvente dovrà essere messo per primo nel recipiente di diluizione e mentre verrà tenuto in agitazione, si inserirà gradualmente la resina fino a perfetta soluzione. Sarà consigliabile tenere in agitazione la miscela ed operare ad una temperatura di oltre 15°C così da evitare che i tempi di dissoluzione siano troppo lunghi. Dovranno, inoltre, essere evitate le soluzioni superiori al 30% perché troppo vischiose. Se richiesta dagli elaborati di progetto potranno essere aggiunti nella soluzione quali agenti opacizzanti: cera microcristallina (fino al 47% del solido totale) o silice micronizzata (fino al 18% del solido totale).
Consolidamento mediante impregnazione a pennello, tampone o rullo
Di norma la tecnica più usuale per eseguire il consolidamento per impregnazione; si servirà di pennelli a setola morbida di medie dimensioni, rulli, o tamponi (in questo caso gli stracci o i tamponi saturi di prodotto dovranno essere mantenuti in contatto
prolungato al fine di assicurare l'assorbimento nella superficie). L'applicazione dovrà procedere dall'alto verso il basso per settori omogenei con uso di addetti in numero appropriato alla natura e alla tipologia del manufatto; tra una mano e l'altra il prodotto non dovrà essere lasciato asciugare. Sarà opportuno che gli attrezzi (pennelli, rulli o tamponi) siano sempre ben puliti (sarà, pertanto,

consigliabile lavarli spesso) e il consolidante non sia “contaminato” d’eventuali residui rimasti sul pennello o rullo da trattamenti operati su aree limitrofe. Nel caso di consolidamenti di superfici lapidee particolarmente disgregate ed esfoliate (specialmente su pietre arenarie come ad es. pietra serena, pietra forte ecc.) o pellicole pittoriche in fase di distacco l’impregnazione risulterà più efficace se eseguita “attraverso” una velatura provvisoria della zona da trattare utilizzando fogli di carta giapponese, precedentemente fissata con resina acrilica in soluzione (ad es. al 10-20% p/v, in solvente volatile come acetone o diluente nitro).

Consolidamento mediante impregnazione a spruzzo

Questa tecnica di norma verrà eseguita con l’utilizzo di specifiche apparecchiature in grado di nebulizzare il liquido messo in pressione da una pompa oleo-pneumatica (massimo 0,5 bar) o più semplicemente a mano; questo trattamento potrà essere migliorato realizzando intorno alla parte da trattare uno spazio chiuso mediante fogli di polietilene resistente ai solventi e continuando la nebulizzazione anche per giorni. La sola applicazione a spruzzo sarà sufficiente se il materiale risulterà essere poco poroso ed il degrado interesserà uno spessore di pochi millimetri (degrado corticale); nel caso di interventi su lapidei porosi, dove si renderà necessaria una penetrazione maggiore, sarà preferibile utilizzare pennelli o applicazioni per percolazione (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici). In zone particolarmente degradate o, su pellicole pittoriche in fase di distacco sarà necessario dopo un primo trattamento a spruzzo applicare (mediante emulsione acquosa di alcool polivinilico, o resina acrilica in soluzione al 20% in diluente nitro) dei fogli di carta giapponese: a superficie asciutta si applicherà una nuova mano di consolidamento a pennello morbido. Dopo che il solvente sarà totalmente evaporato si rimuoveranno i fogli mediante tampone inumidito con acqua. L’interfaccia da trattare dovrà essere pulita e ben asciutta al fine di assicurare la mancanza di reazioni secondarie e buona penetrazione del prodotto. La nebulizzazione consolidante (f area coperta dal getto 25-30 cm) sul manufatto dovrà essere ripetuta più volte (senza lasciare asciugare il prodotto fra una ripresa e l’altra) fino a completa saturazione del manufatto, distribuita uniformemente per aree omogenee partendo dalle parti più elevate per poi scendere a quelle più basse, contemporaneamente si dovrà aver cura di rimuovere, eventuali, sbavature od eccessi di consolidante mediante tampone imbevuto di solvente od acqua a seconda del prodotto utilizzato. Questo metodo risulterà idoneo solo in condizioni favorevoli di temperatura (+10°C +25°C) con prodotti (ad es. silicato di etile) in diluizione molto alta al fine di migliorare l’assorbimento. Per migliorare la penetrazione del consolidante dato a spruzzo si potrà ricorrere all’applicazione, da effettuarsi posteriormente al trattamento, di almeno tre mani di solvente puro.

Consolidamento mediante impregnazione a tasca o ad impacco

La procedura rientrerà in quelle “a contatto diretto” e si baserà sul principio della capillarità. Questo metodo verrà utilizzato per l’impregnazioni di particolari inerenti a decori, cornici, capitelli lavorati ecc. particolarmente degradati che presenteranno la necessità di essere tenuti a contatto, per un determinato periodo, con la sostanza consolidante. I fattori che regolano il processo, sono la tensione superficiale, la viscosità del prodotto e la bagnabilità del materiale da trattare. La procedura prevedrà la messa in opera, intorno alla zona da trattare, di una tasca: chiusa con particolari guarnizioni in poliuretano così da renderla stagna; nella parte inferiore verrà posizionata una piccola “gronda impermeabilizzata” allo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare verrà ricoperta da strati di materiale bagnante (ad es. cotone idrofilo, carta giapponese ecc.) che verranno alimentati dall’alto molto lentamente dalla soluzione consolidante e coperti da teli di polietilene allo scopo di ridurre, l’eventuale troppo rapida, evaporazione del solvente. L’operazione di distribuzione dovrà essere interrotta quando la quantità di prodotto immesso dall’alto sarà uguale a quella del prodotto recuperato dal basso. Il distributore potrà essere costituito da un tubo o da un canaletto munito di tanti piccoli fori o da una serie di spruzzatori che creeranno il fronte di consolidante discendente. L’eccesso di prodotto sarà raccolto nella grondaia, e rimesso in circolo; per la buona riuscita di questo metodo sarà necessario assicurarsi che il materiale assorbente sia sempre perfettamente in contatto con la superficie interessata. Ad assorbimento avvenuto (in genere 8-10 ore) le tasche saranno rimosse e il manufatto dovrà essere ricoperto con cellofan al fine di isolarlo

dall'atmosfera per almeno 10-12 giorni. Dal momento che aumentando la superficie da trattare aumenterà anche la quantità di consolidante e di conseguenza il peso, sarà opportuno, onde evitare costose operazioni di presidio, procedere per settori di dimensioni limitate,migliorando in questo modo il controllo della procedura.

Consolidamento mediante impregnazione a percolazione

Metodo "a contatto diretto" molto simile a quello a tasca ma più semplice: un distributore, collocato nella parte superiore della superficie da trattare, erogherà il prodotto per gravità impregnando la superficie da trattare per capillarità. La quantità del trattamento in uscita dall'impianto dovrà essere calibrata dalla valvola di Offman localizzata nella parte terminale del tubo di distribuzione (seguendo le indicazioni di progetto) in modo tale da assicurare un lento e continuo assorbimento evitando eccessi di formulato tali da coinvolgere aree non interessate. Anche in questo caso il distributore potrà essere costituito da un tubicino in plastica o da un canaletto forato munito, nella parte inferiore, di un pettine, tamponi di cotone o di una serie di pennellesse con funzione di distributore.

L'eccesso di prodotto sarà raccolto in una sorta di grondaia, e rimesso in circolo; a trattamento terminato dovranno essere eliminati gli eccessi di consolidante utilizzando un idoneo solvente o, nel caso in cui il progetto preveda l'utilizzo d'emulsioni acquose la superficie dovrà essere lavata con spugne assorbenti ed acqua deionizzata. Questa operazione si renderà sempre necessaria al fine di evitare la formazione di patine superficiali che potrebbero ridurre la permeabilità al vapore del manufatto e conferire, all'interfaccia un effetto perlante innaturale (effetto bagnato) e/o, il generarsi di locali sbiancamenti.

I tempi d'impregnazione varieranno secondo le dimensioni e il materiale del manufatto; al fine di accelerare tale processo si potrà ricorrere a trattare preventivamente il supporto con nebulizzazione di solvente puro (così che possa penetrare con facilità sfruttando la bassa viscosità) e, solo in seguito, applicare il fluido consolidante che, trovando una via di accesso più agevole, potrà distribuirsi in modo più diffuso.

Consolidamento (riaggregazione) mediante silicato di etile

Un buon consolidante per laterizi decoesi o pietre arenarie e silicatiche, da applicare su superfici assolutamente asciutte, è il silicato di etile composto da esteri etilici dell'acido silicico: monocomponente fluido, incolore, a bassa viscosità, si applicherà in solvente organico (ad es. metil etil chetone), in percentuali (in peso) comprese fra 60% e 80%. Al fine di stabilire la quantità di prodotto da utilizzare si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campioni. Indicativamente per una soluzione contenente il 60% in peso di estere etilico dell'acido silicico su supporti in medio stato di conservazione si potranno effettuare i seguenti consumi al m2:

intonaco da 0,3 a 0,5 l/m2; pietre porose e tufi da 0,5 a 2,5 l/m2; laterizi da 0,6 a 3,0 l/m2; pietre arenarie da 0,8 a 3,5 l/m2. Il silicato di etile precipitando a seguito di una reazione spontanea con l'umidità atmosferica, libererà, come sottoprodotto, alcool etilico che evaporerà con i solventi impiegati nella soluzione pertanto, l'uso di questo consolidante, presenterà il vantaggio di far sì che, nella pietra trattata, oltre all'acido silicico non rimangano altre sostanze che potrebbero in qualche forma (ad esempio efflorescenze) danneggiare l'aspetto e soprattutto le caratteristiche del materiale lapideo consolidato; la reazione si completerà nell'arco di 2 o 3 settimane in ragione delle condizioni atmosferiche, della porosità del materiale, della sua natura e struttura chimica, ecc.

Il trattamento potrà essere eseguito a pennello, a spruzzo mediante irroratori a bassa pressione (massimo 0,5 bar), per percolazione, a tampone mediante spugne (nel caso di manufatti modellati tipo le volute dei capitelli) o per immersione (esclusivamente per piccoli manufatti mobili). La superficie da trattare andrà completamente saturata "sino a rifiuto" evitando però eventuali accumuli di prodotto sulla superficie, nel caso in cui dopo il trattamento il supporto rimanesse bagnato o si presentassero raccolte in insenature si dovrà procedere a rimuovere l'eccedenza con l'ausilio di tamponi asciutti o inumiditi con acetone o diluente nitro. Solitamente sarà sufficiente un solo ciclo di applicazione, ma se sarà necessario e solo dietro specifica autorizzazione della D.L., sarà possibile ripetere il trattamento dopo due o tre settimane.

Questo tipo di consolidante si rivelerà molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non verrà alterato dai raggi ultravioletti, e presenterà il vantaggio di possedere un elevato potere legante (dovuto alla formazione di silice amorfa idrata) soprattutto nei confronti di materiali lapidei naturali contenenti silice anche in tracce, quali arenarie, i tufi, le trachiti, ma anche su altri materiali artificiali quali i mattoni in laterizio, le terracotte, gli intonaci, gli stucchi, risultati positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei (ad es. pietra leccese, pietra di Vicenza ecc.).
La natura chimica dei silicati sarà tale per cui potranno esercitare soltanto un'azione consolidante, ma non avranno alcun effetto protettivo nei riguardi dell'acqua, pertanto, al trattamento di superfici esterne con un silicato, generalmente, si dovrà fa seguire l'applicazione di una sostanza idrorepellente salvaguardando le caratteristiche di traspirabilità e di permeabilità al vapore acqueo dei materiali lapidei, garantendo la conservazione nel tempo, nel rispetto della loro fisicità (per maggiori dettagli sulle procedure di protezione si rimanda agli articoli specifici).
Avvertenze: si rileverà di fondamentale importanza non esporre le superfici da trattare all'irraggiamento del sole né procedere all'applicazione su superfici riscaldate dai raggi solari, sarà pertanto cura degli operatori proteggere le superfici mediante opportune tende parasole; l'impregnazione con silicato di etile sarà, inoltre, da evitare (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) nel caso in cui il materiale da trattare non sia assorbente, in presenza di temperatura troppo alta (>25°C) o troppo bassa (< 10°C), con U.R. non > 70% o se il manufatto trattato risulti esposto a pioggia nelle quattro settimane successive al trattamento, pertanto in caso di intervento su superficie esterne, si renderà necessaria la messa in opera di appropriate barriere protettive.
Sigillatura materiali lapidei (mediante resine sintetiche)
La procedura prevederà l'esecuzione di stuccature delle soluzioni di continuità mediante intasamento eseguito con iniezione, colatura o spatola in profondità di miscela adesiva costituita da polimeri sintetici acrilici in soluzione, o in emulsione, caricata con carbonato di calcio o polvere di pietra macinata (in alternativa si potranno utilizzare polveri di coccio pesto o cariche pozzolaniche).
Le resine acriliche non potranno, causa la loro natura termoplastica, essere impiegate come adesivi strutturali, pertanto se si rendesse necessario effettuare una sigillatura con tale caratteristica sarà opportuno ricorrere ad un adesivo epossidico bicomponente (componente A = resina, componente B = indurente, i più utilizzati sono indurenti che reagiscono a temperatura ambiente come gli amminici o ammidici il rapporto tra A e B sarà variabile da 1:1 a 1:4) esente da solventi, dietro specifica indicazione di progetto il composto potrà essere caricato con sabbia silicea (granulometria massima 0,3 mm), filler, quarzo. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. Normalmente il composto di resina epossidica verrà preparato a piè d'opera e, a seconda del tipo di impasto (fluido, colabile, tissotropico), in relazione alle necessità di progetto, potrà essere applicato a pennello con setole rigide, con spatole o con iniettori in ogni caso sotto scrupoloso controllo dal momento che presenta, generalmente, un limitato tempo pot-life. Nel caso in cui si prevedrà, invece, l'utilizzo di composti a base di resina acrilica, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, si utilizzerà lattice acrilico (emulsione acrilica) aggiungendo al lattice non diluito una quantità adeguata di carbonato di calcio sino a rendere la maltina estruibile.
La procedura prevedrà, dopo le opportune operazioni preliminari di pulitura, eventuale preconsolidamento di parti particolarmente decoese o distaccate, la predisposizione di opportune protezioni (ad es. delimitazione con nastro di carta) sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare (in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante) e l'esecuzione d'idonee campionature al fine di valutare la quantità e la tipologia del consolidante. Eseguite tutte queste operazioni si potrà procedere alla sigillatura in profondità delle soluzioni di discontinuità mediante l'utilizzo di siringhe (ovvero mediante iniezione sotto leggera pressione 0,1-0,5 atm, quando

le fessure da riempire si presenteranno sottili o verticali, o mediante colata, quando le fessure saranno sufficientemente grandi ed orizzontali) o piccole spatole secondo le dimensioni delle fessurazioni da sigillare e le specifiche di progetto, in ogni caso la resina dovrà penetrare fino a rifiuto nel vuoto da colmare tra le facce e frammenti destinate a combaciare nella nuova unione. Durante la procedura sarà opportuno che siano controllate eventuali vie di fuga che potrebbero far percolare il materiale intromesso (specialmente nel caso di uso di resine epossidiche), in tal caso si renderà necessaria l'immediata rimozione con spugne o tamponi umidi se si utilizzeranno maltine a legante acrilico, con acqua e detergenti idonei (ovvero seguendo scrupolosamente le indicazioni del produttore della resina) se invece si utilizzeranno adesivi epossidici. Una volta che sarà verificato "l'intasamento" della fessurazione si potrà passare alla realizzazione di stuccature di superficie costituite da malte a base di leganti idraulici naturali a basso contenuto di sali, sabbie silicee vagliate e lavate (granulometria 0-1,2 mm), eventuali additivi polimerici, terre colorate o pietre macinate in ogni caso eseguite seguendo la procedura descritta all'articolo sulle stuccature di materiali lapidei.
In alternativa si potranno effettuare delle stuccature invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da copolimeri fluorurati e polvere della stessa pietra utili anche a coprire micro lesioni o fori di trapani (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo sul fissaggio e riadesione d'elementi sconnessi e distaccati).
Avvertenze: il rapporto di miscelazione tra resina ed indurente andrà accuratamente rispettato, gli errori di dosaggio tollerabili non dovranno essere superiori al ± 5%. La miscelazione dei componenti andrà eseguita preferibilmente con miscelatore meccanico e andrà prolungata fino a che non si sarà certi di aver ottenuto una perfetta omogeneità.
Consolidamento in profondità mediante iniezioni con miscele leganti
La procedura sarà eseguita al fine di consolidare strati di intonaco, anche affrescato, distaccato dal supporto, così da risarcire le eventuali lesioni e riempire le sacche perimetrali presenti tra il substrato e l'apparecchio retrostante. Prima di procedere al consolidamento vero e proprio sarà necessario effettuare delle operazioni di "saggiatura" preventiva eseguite mediante leggera, ma accurata battitura manuale, (tramite martelletto di gomma o semplicemente con le nocche della mano) sulla muratura al fine di individuare con precisione sia le zone compatte sia delimitare (ad es. con un segno tratteggiato a gesso) il perimetro di quelle in fase di distacco (zone gonfiate e formanti "sacche"). In alternativa potranno essere individuate le zone di distacco mediante indagine termografica od altra indagine non distruttiva specificata dagli elaborati di progetto. In assenza di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate attraverso le quali operare l'iniezione si eseguiranno delle perforazioni, tramite piccolo trapano a mano (se le condizioni di conservazione del materiale lo consentono si potrà usare trapano elettrico) ad esclusiva rotazione con una punta di circa 2-4 mm (in caso di microconsolidamento si potrà ricorrere all'utilizzo di punteruoli), rade nelle zone ben incollate e più ravvicinate in quelle distaccate; il numero dei fori sarà proporzionato all'entità del distacco ed indicato negli elaborati di progetto (in assenza di indicazioni si potrà operare in ragione di 8-10 fori per m2); in genere la distanza tra loro sarà di circa 40-60 cm mentre, la loro localizzazione, sarà tale da favorire il percolamento della miscela da iniettare, pertanto sarà necessario iniziare la lavorazione a partire dalla quota più elevata. In caso di distacco d'estensione limitata si potrà procedere all'esecuzione di un unico foro ed eventualmente, di un secondo se necessario per la fuoriuscita dell'aria dalla sacca di distacco durante l'immissione del consolidante. Dopo aver eseguito le perforazioni si renderà necessario aspirare, attraverso una pera di gomma, gli eventuali detriti della foratura, le polveri e quanto altro possa ostacolare la corretta immissione e percolazione della miscela.
In seguito si eseguirà una prima iniezione di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume) con lo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e di verificare allo stesso tempo l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire; in presenza di queste fessure si procederà alla loro puntuale stuccatura (che verrà rimossa a presa avvenuta) tramite malta "magra", a bassa resistenza meccanica di ancoraggio al supporto, cotone idrofilo, lattice di gomma, argilla ecc.
In presenza di forti distacchi e di supporti in buono stato di conservazione, si potranno inserire nel foro piccole guarnizioni in gomma a perfetta tenuta opportunamente sigillate per impedire la

fuoriuscita del prodotto. Risultati soddisfacenti potranno essere raggiunti con miscele formate da 2 parti di calce aerea naturale a basso peso specifico e 1 parte di metacaolino pozzolanico o coccio pesto superventilato e lavato (rapporto 1:1) con l'aggiunta di una minima parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua (con funzione di fluidificante). In alternativa si potrà ricorrere ad una miscela formata da 1 parte di grassello di calce (sostituibile parzialmente o totalmente con calce idraulica naturale NHL 2) e 1 parte di carbonato di calcio (granulometria 0,02-0,06 mm), la miscela sarà diluita con percentuali del 5-10% di resina acrilica (con funzione di colloide protettore ovverosia tenderà a trattenere l'acqua così da non far "bruciare" prematuramente la miscela iniettata) ed eventualmente additivata con gluconato di sodio (con funzione di fluidificante), nei casi di distacchi consistenti, con 1 parte di coccio pesto vagliato e lavato o in alternativa pozzolana (granulometria massima 0,5 mm). Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm, non essendo possibile iniettare miscele idrauliche si rileverà utile una micro-iniezione di 1 parte di resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione variabile (comunque comprese tra l'8% e il 10%), caricata con 0,5-1 parte di carbonato di calcio o polvere di pomice (granulometria tra 0,02 mm e 0,06 mm) per rendere il composto più granuloso e facilitare l'aggrappaggio dello stesso al supporto da consolidare. Un'altro composto utilizzabile in ambienti interni e, per piccole cavità (spessore non superiore a 4-5 mm), sarà il caseato di calcio, ottenuto mescolando caseina lattica e grassello di calce; esistono due tipi di "ricette": la prima (alla fiorentina) si comporrà di 1 parte di caseina, 4 parti di grassello di calce, 0,4 parti di resina acrilica in emulsione la seconda, (alla romana) sarà costituita da 1 parte di caseina (gonfiata nell'acqua), 9 parti di grassello di calce 1/5 di dispersione acrilica (allo scopo di elasticizzare l'adesivo); questo composto presenterà sia ottime proprietà collanti sia ottima stabilità nel tempo, ma avrà l'inconveniente di avere tempi d'incollaggiomolto lenti. Il caseato di calcio, dopo la presa, sarà fragile a trazione e resterà permeabile al vapore acqueo, per questo potrà essere indicato per utilizzarlo in ambienti asciutti.
Previa umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una normale siringa di plastica (da 10 cc o 60 cc) procedendo attraverso i fori posti nella parte più bassa per poi avanzare, una volta che la miscela fuoriuscirà dai fori limitrofi, verso quelli situati in alto (questo per evitare sia che squilibri di peso possano alterare l'eventuale precario equilibrio della struttura sia per favorire la distribuzione uniforme del consolidante); nel caso in cui la miscela non dovesse penetrare in profondità si passerà al foro successivo. Ad infiltrazione del formulato avvenuta, passati circa 30-35 minuti, si procederà con il consolidamento di un'altra area di distacco.
Le iniezioni verranno eseguite, o tramite la punta dell'ago metallico (fori ed aree di modeste dimensioni od in presenza di intonaci particolarmente degradati), o direttamente dal beccuccio della siringa nel foro di accesso attraverso una cannula precedentemente posizionata (in caso di sacche di maggior dimensione ed estensione), controllando e graduando la compressione dello stantuffo.
Le miscele dovranno essere iniettate a bassa pressione poiché le tensioni prodotte dal fluido sotto pressione, alterando l'equilibrio del manufatto, potrebbero causare pericolosi fenomeni di precarietà statica. Nel corso dell'operazione occorrerà stare attenti che il colante non fuoriesca da fori o linee di fratture limitrofe sulla superficie sottostante, nel caso questo succedesse si procederà all'immediata pulizia tramite spugnette ad alto potere assorbente (ad es. ritagli di gommapiuma o spugnette tipo Blitz Fix). In caso di iniezione per mezzo di ago metallico sarà consigliabile tamponare il punto di innesto dell'ago con un batuffolo di cotone imbevuto di acqua distillata al fine sia di favorire la riadesione del supporto sia in modo da asportare l'eventuale prodotto in eccesso fuoriuscito dai fori. Per la riadesione di elevate superfici d'intonaco, potrà rilevarsi utile una compressione della superficie in questione tramite una pressione regolare ed uniforme, sia durante il periodo di iniezione del consolidante, sia durante la presa; tale pressione potrà essere eseguita, a seconda dei casi, per mezzo di mani, molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di legno rivestite di feltro o carta per un durata variabile di qualche decina di minuti a 12-14 ore in ragione del tipo e della quantità di prodotto immesso. Previo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni) si rimuoveranno manualmente le stuccature provvisorie e le eventuali, cannule in gomma e si sigilleranno i fori con stucco costituito da grassello di calce e polveri di marmo (per maggiori dettagli sulla stuccatura si

rimanda alla procedura specifica). Il collaudo si effettuerà mediante le stesse tecniche non distruttive utilizzate per individuare le zone di intervento. Specifiche sui materiali: l'iniezione della sola emulsione acrilica dovrà essere evitata (se non dietro specifica indicazione di progetto) in quanto potrebbe dar vita ad un corpo di plastica che riempirebbe la sacca ma non farebbe riaderire le facce distaccate. Anche l'iniezione di calci idrauliche naturali potrà avere degli inconvenienti in quanto il calcio idrato potrebbe non carbonatare all'interno della muratura, e migrare dentro di essa (a causa della sua parziale solubilità in acqua) provocando efflorescenze di calcio carbonato in superficie o, in presenza di solfati e alluminati potrebbe reagire dando vita a subflorescenze quali thaumasite o ettringite.

Consolidamento lastre lapidee da rivestimento (messa in sicurezza)

Generalità

Prima di procedere ad un qualsiasi intervento di smontaggio e successivo consolidamento che potrebbe, se mal effettuato, andare a peggiorare la situazione (per maggiori dettagli sulla procedura di smontaggio si rimanda a quanto detto all'articolo specifico) sarà, sempre conveniente preventivare un'accurata campagna diagnostica preliminare piuttosto approfondita volta a conoscere in maniera completa il manufatto oggetto di intervento, i materiali che lo compongono, la loro consistenza fisico-materica, le tecniche costruttive e di ancoraggio, le patologie in atto, le lesioni esistenti, le eventuali cause indirette di degrado, non sottovalutando mai la possibilità di consistenza di situazioni diversificate nell'ambito dello stesso apparecchio murario. Non di rado, la causa del dissesto del rivestimento lapideo potrà essere attribuita all'assenza di punti d'appoggio distribuiti a varie quote, i quali permetterebbero di assorbire frazionatamente il peso delle lastre. Il paramento potrà, inoltre, essere ancorato alla muratura di supporto, attraverso un'imbottitura posteriore completa o parziale eseguita con colatura di malta di calce, in questo caso con il passare del tempo, a causa della perdita progressiva di adesività della malta alla struttura, le sollecitazioni delle lastre potrebbero diventare insostenibili.In altri casi le strutture di sostegno utilizzate (per lo più zanche) potrebbero essere in ferro, materiale che con il passare del tempo potrebbe subire fenomeni di forte ossidazione e corrosione causando, sul rivestimento lapideo: l'ovvia perdita del sostegno (che non sarà più in grado di reggerlo), la generazione di sforzi di trazione, causati dal maggior peso specifico degli ossidi e idrati di ferro nonché sgradevoli colature di ruggine che andranno a deturpare il pannello lapideo. Allo stesso tempo, nel caso in cui il manufatto avesse già subito un'operazione di manutenzione, potrebbe verificarsi il fenomeno opposto ovverosia, la presenza di un numero elevato di tasselli potrebbe vincolare eccessivamente la struttura generando situazioni tensionali insopportabili (per questo risulterà opportuno procedere alla loro eliminazione, progettando un nuovo e più idoneo sistema di ancoraggio). Raramente gli ancoraggi preesistenti si presenteranno efficienti e ben conservati, in tal caso potranno comunque essere integrati all'interno di un valido sistema di messa in sicurezza; nel caso in cui si rilevassero ancoraggi assolutamente inefficienti, ormai inutili, ma non dannosi poiché realizzati con materiali stabili e posizionati in modo da non disturbare la struttura, si potrà, dietro specifica indicazione di progetto, lasciarli in opera. Non di rado, si rileva la mancanza di efficienti sigillature tra i pannelli se non addirittura di adeguati giunti di dilatazione, in questo modo l'acqua piovana, non incontrando idonee barriere, riuscirà facilmente ad infiltrarsi velocizzando la corrosione delle zanche in ferro, erodendo la malta di allettamento ed innescando tutta una serie di patologie (creazione di muschi, cristallizzazione dei sali, cicli di gelo e disgelo ecc.) dannose al rivestimento. L'assenza dei giunti di dilatazione potrà costituire un punto critico della struttura, tanto da determinare pressioni insostenibili indotte dalle variazioni della temperatura.

Messa in sicurezza

Previa esecuzione di tutte le procedure di smontaggio e di analisi preventive si potrà procedere con l'intervento; i materiali per risultare idonei dovranno possedere caratteristiche meccaniche, di resistenza fisico-chimica e di durabilità adeguate, mantenendo il più possibile nel tempo le prestazioni richieste; gli elementi metallici (zanche, perni, piastre ecc.) da utilizzare potranno essere:

– in rame o in ottone trafilato: ottima resistenza alla corrosione ma scarsa resistenza meccanica da impiegare per pannelli di peso modesto;

– in acciaio a doppia zincatura a caldo: ottima resistenza meccanica e alla corrosione (acciaio ad alta resistenza);
– in acciaio inossidabile AISI serie 300: eccellenti prestazioni a livello di resistenza meccanica e con le migliori proprietà di inalterabilità.
La tipologia di zancatura potrà essere non portante o di ritegno (semplice fissaggio alla parete di supporto) o portante a sistema rigido (cioè quelle impiegate per rivestimenti con imbottitura posteriore di malta) e regolabile (sistemi più complessi di norma utilizzati su manufatti di pregio o per il ripristino d'ampie zone di rivestimento) secondo le disposizioni di progetto (in questo caso le zanche dovranno essere state calcolate come vere e proprie mensole di sostegno ai pannelli).
Nell'eseguire la suddetta procedura si dovranno tenere presenti le seguenti accortezze:
- l'esecuzione delle perforazioni sul supporto murario, al fine di alloggiare l'apparato di fissaggio (zanche, tasselli ecc.), dovrà essere eseguita, preferibilmente, con strumenti a sola rotazione, gli strumenti a roto-percussione, potranno essere utilizzati, solo dietro specifica indicazione della D.L., su materiali particolarmente compatti come ad esempio elementi in c.a. o murature in laterizio pieno;
- la profondità della foratura, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, dovrà essere maggiore dell'ancoraggio così da lasciare lo spazio ad eventuali polveri di trapanatura e, nel caso di utilizzo di tasselli, per la fuoriuscita della vite della punta del tassello. Nel caso di messa in opera di zanche, anche il diametro del foro sarà maggiore affinché la malta a ritiro compensato possa ben avvolgere l'ancoraggio metallico. L'eventuale perforazione delle lastre dovrà, invece, obbligatoriamente essere eseguita con strumenti a sola rotazione (ad es. carotatrici) così da evitare la possibilità che le sollecitazioni meccaniche, fornite da mezzi a roto-percussione, deteriorino ulteriormente il rivestimento (ad es. estendendo le situazioni di distacco o generando nuove lesioni);
– la sigillatura dell'apparato di fissaggio ad esclusione dell'utilizzo di tasselli meccanici o chimici, dovrà avvenire previa accurata pulitura della perforazione e abbondante bagnatura (solo in caso di uso di malta) mediante idonea malta di calce idraulica naturale NHL 5 caricata con inerti pozzolanici o coccio pesto con l'eventuale aggiunta di idoneo additivo così da compensare il ritiro della malta, in alternativa e solo dietro specifica indicazione di progetto, si potrà utilizzare betoncino di resina epossidica bicomponente a consistenza colabile esente da solventi;
– ogni pannello lapideo se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, dovrà sostenersi da solo, dovrà essere appeso (sistemi portanti) e non appoggiato a quello sottostante che, a livelli inferiori, si potrebbe trovare nelle condizioni di essere gravato da un peso non prevedibile o sostenibile;
– il sistema di ancoraggio dovrà considerare adeguati coefficienti di sicurezza che dovranno, necessariamente, tener conto dell'effetto combinato di forze, quali ad esempio la depressione causata dal vento, l'eventuale attività sismica, le vibrazioni generate dal traffico di superficie o sotterraneo ecc.;
– il sistema di ancoraggio dovrà, inoltre, essere progettato in modo adeguato soddisfacendo esigenze, talvolta contrapposte:
realizzare tasselli di dimensioni sufficientemente contenute applicando contemporaneamente alla struttura il minor numero possibile di vincoli. Il nuovo sistema non dovrà, infatti, ostacolare i movimenti naturali del rivestimento e dovrà essere dotato di opportune guarnizioni (che dovranno presentare caratteristiche d'indeformabilità ed elasticità protratte nel tempo ad es. in resine siliconiche) al
fine di evitare una concentrazione eccessiva di tensioni;
– la chiusura dei fori e delle giunture dovrà essere eseguita adottando una stuccatura composta da materiali stabili (ad es. elastomeri fluorurati e polvere di pietra) tali da evitare cavillature e infiltrazioni (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto per le procedure riguardanti le stuccature superficiali); in alternativa, nel caso si ricorra a tasselli, si potranno mettere in opera idonei dischi lapidei di chiusura, costituiti da materiale lapideo dello stesso tipo del pannello e di dimensione adeguata a quella del foro, i suddetti dischi dovranno essere applicati mediante idonei collanti e successivamente sigillati con attente stuccature.

Avvertenze: sarà, in ogni caso, sempre consigliabile effettuare controlli sistematici in corso d'opera con l'eventuale ausilio di endoscopie, in quanto potrebbero passare inosservate particolari situazioni costruttive differenti da quelle rilevate nel corso della campagna di indagini preliminari.

Messa in sicurezza con sistemi di fissaggio portanti rigidi

I sistemi portanti rigidi più comunemente utilizzati sono:

piattina metallica (dimensioni minime 6x40x250-300 mm) da inserire nelle scanalature (di dimensioni di circa 2-3 mm superiori a quella della piattina) eseguite nei bordi di due pannelli sovrapposti, munita di doppia zancatura (costituita da due monconi di dimensioni minime 8x40x100 mm) annegate nella muratura d'ambito con malta di calce idraulica naturale NHL 5 a ritiro compensato. Le zanche di questo tipo si rileveranno particolarmente resistenti e quindi indicate per lastre di grande spessore (maggiore 3-4 cm);

piattina metallica (dimensioni minime 8x60x150-180 mm) sdoppiata, in ambedue le teste, in due lembi ripiegati in versi opposti:

un'estremità si inserirà nelle scanalature (di dimensioni di circa 2-3 mm superiori a quella della piattina) eseguite nei bordi di due pannelli sovrapposti, l'altra estremità verrà inghisata nella muratura con malta di calce a ritiro compensato, questo sistema potrà essere utilizzato per lastre di spessore medio-grande (2-3 cm);

due piattine metalliche (dimensioni minime singola piattina 6x40x150 mm) accostate e ripiegate in versi opposti alle estremità in modo da trattenere separatamente, i bordi di due pannelli contigui, le zanche dovranno essere posizionate sui bordi orizzontali del pannello di spessore medio-grande;

sistema con tassello meccanico (ad espansione forzata o geometrica) o chimico (tasselli a calza, a rete, a bussola retinata o a fiala di vetro, in ragione del supporto murario, la fiala di vetro sarà da utilizzarsi solo in presenza di materiali compatti) da inserire in perfori eseguiti sul pannello mediante l'ausilio di strumenti a sola rotazione (ad es. carotatrici); i tasselli dovranno essere serrati seguendo i tempi ed il valore del carico previsto, così da evitare sia serraggi troppo elevati che potrebbero provocare fenomeni di snervamenti delle viti sia serraggi troppo lenti che non garantirebbero un'adeguata rigidezza all'ancoraggio. Questo sistema rigido sarà adatto per pannelli di spessore medio-grande.

Il tassello meccanico ad espansione forzata o geometrica sarà inserito nel perforo (precedentemente ben pulito con scovolino) con un'adeguata, quanto debole, percussione dopo aver controllato l'assialità dell'elemento, si passerà all'operazione di serraggio mediante l'ausilio d'idonea chiave dinamometrica tarata al valore di carico prefissato dal progetto. L'ancoraggio con i tasselli ad espansione geometrica, al contrario di quello a percussione, provocherà meno tensioni nel materiale di supporto e, pertanto, consentirà l'applicazione con interasse e distanze dai bordi ridotti.

L'esecuzione del fissaggio del tassello chimico sarà leggermente differente: la procedura prevedrà, previo inserimento del tassello a rete, a calza o di una bussola retinata (in ragione del tipo di materiale costituente il supporto) di dimensioni uguali a quelle del foro (precedentemente ben pulito sia con scovolino sia con soffietto) e lunghezza misurata a partire dal fondo cieco della perforazione, l'estrusione, mediante pompa manuale o pneumatica, della resina collante entro i fori precedentemente predisposti iniziando l'iniezione dal fondo sino al riempimento di circa 2/3 del volume della cavità. Successivamente si inserirà manualmente, con movimento circolare, la barra metallica filettata, con f e lunghezza stabiliti dagli elaborati di progetto; al fine di favorire l'introduzione della resina sarà vantaggioso tagliare la punta della barra a 45°. Dopo aver controllato la corretta assialità si procederà all'inserimento della rondella di guarnizione (in resina siliconica), alla rondella in metallo ed al dado, passato il tempo necessario affinché la resina indurisca (circa 60-90 minuti) si potrà procedere al serraggio del dado con l'ausilio di chiave dinamometrica tarataal valore di carico prefissato dal progetto.

Messa in sicurezza con sistemi di fissaggio portanti regolabili

I sistemi portanti regolabili più comunemente utilizzati sono:

sistema con piastre metalliche sagomate di spessore minimo di 5 mm, inserite ed ancorate con bulloni (ad es. 10x30 mm) e dadi muniti di rosetta, in appositi profili metallici, generalmente sagomati a "C" con irrigidente, (ovvero piastre metalliche dello spessore minimo di ca. 10 mm) ancorati alla parete

mediante tasselli meccanici o chimici o zanche di altro tipo. Uno dei vantaggi maggiori di questo sistema risiede nella possibilità di fissare i profili o le piastre alla parete sia in posizione orizzontale sia verticale in relazione alle dimensioni dei pannelli. Il vincolo utilizzato in questo sistema sarà di tipo a ritenuta.
La sagomatura delle piastre sarà in funzione della loro posizione: la prima presenterà bordi ripiegati solo verso l'alto in modo da sostenere il solo pannello superiore, la piastra intermedia, utilizzata per il giunto chiuso (per pannelli medio-piccoli spessore ca. 2-3 mm) presenterà dei bordi tutti d'eguale altezza ottenuti ripiegando l'estremità dell'ala orizzontale, mentre quella utilizzata per il giunto aperto (per pannelli medio-grandi spessore ca. 6-8 mm o 15-20 mm se il giunto sarà a livello solaio) avrà bordi con altezze differenti: il labbro inferiore sarà più lungo così da poter entrare nella scanalatura della lastra sottostante. La piastra sommitale presenterà bordi piegati solo verso il basso. Al fine di risolvere l'eventuale mancanza di piombo della muratura si potrà ricorrere a cavalotti di spessoramento in acciaio interposti fra il profilo sagomato e la piastra di sostegno; in alternativa, nel caso di fissaggio con tasselli, si potrà intervenire anche sulla lunghezza della barra filettata;
sistema a spinotti simile a quello a piastra utilizzerà profilati metallici ad "L" (ad es. 60x80x8 mm) muniti di fori sull'anima (al fine di consentire l'ancoraggio mediante tasselli alla muratura) e di asole sull'ala così da collocare degli spinotti metallici (ad es. f 6x60 mm) che si inseriranno nelle scanalature praticate nei bordi delle lastre vincolandole a ritenuta. Anche questo sistema avrà la possibilità di fissare i profili alla parete sia in posizione orizzontale sia verticale in relazione alle dimensioni dei pannelli.

Articolo n° 15 – CONTROSOFFITTI

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici orizzontali, senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di distacchi.

Articolo n° 16 - IMPERMEABILIZZAZIONI

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze. Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, (specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.); le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

Articolo n° 17 - LATTONERIA

La chiodatura con ribattini di rame, ove occorrente, deve essere doppia con i ribattini alternati ed equidistanti uno dall'altro.
La saldatura con stagno deve essere uniforme e senza interruzioni; i bracci per l'affrancatura dei tubi pluviali devono essere a distanza non superiore ad 1,5 m; le cicogne per sostegno di canali di gronda, a distanza non superiore ad 1 m.
Le sovrapposizioni devono essere non inferiori a 5 cm per i pluviali, a 15 cm per canali e scossaline.
Per i materiali in plastica le connessioni devono essere effettuate con collante in modo da garantire una perfetta tenuta, gli accoppiamenti sia verticali che orizzontali devono essere effettuati in modo da assicurare l'assorbimento delle dilatazioni termiche; in particolare gli elementi per canali di gronda devono comprendere gli angolari normali e speciali, i raccordi, le testate esterne ed interne, con o senza scarico a seconda delle esigenze dell'opera da compiere.

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri materiali dovranno essere delle dimensioni e forme richieste nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.
Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchio, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.
Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione.
L'Impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della Direzione dei lavori, i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc. completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

Articolo n° 18 - INTONACI

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature la malta poco aderente, ed avere ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.
Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, screpolature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti.
Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'impresa a sue spese.
La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'impresa il fare tutte le riparazioni occorrenti.
Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai 15 mm.
Per ottenere la regolarità dei piani, prima della stesa, si formeranno fasce di guida in numero sufficienti. Nell'esecuzione del lavoro verrà applicato un primo strato di malta (rinzaffo) gettato con forza in modo che possa bene aderire alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto asciutto si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo. Gli intonaci non dovranno mai presentare screpolature, irregolarità, ecc. restando a carico dell'Appaltatore il parziale o totale rifacimento nel caso presentassero i difetti sopra descritti o non aderissero perfettamente alla parete.

Articolo n° 19 – PAVIMENTI E RIVESTIMENTI

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei lavori.
I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottofondo e non dovrà verificarsi, nelle connessioni dei diversi elementi a contatto, la benché minima ineguaglianza. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Impresa esecutrice avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte

danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate. L'Impresa esecutrice ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti. Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in modo che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria. Il sottofondo dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate. I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei lavori.
Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco. Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti. Per quanto attiene ai pavimenti, il D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che questi devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdrucciolevoli.Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato. Nelle parti comuni dell'edificio, si deve provvedere ad una chiara individuazione dei percorsi, eventualmente mediante una adeguata differenziazione nel materiale e nel colore delle pavimentazioni. I grigliati utilizzati nei calpestii debbono avere maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno ecc.; gli zerbini devono essere incassati e le guide solidamente ancorate. Qualora i pavimenti presentino un dislivello, questo non deve superare i 2,5 cm. La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.
I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza. I pavimenti si addentreranno per 15 mm entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.
Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'incontro per almeno 15 mm. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Impresa avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.
L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

Sottofondi

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore minore di 4 cm in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione dei Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo in pomice. Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

Pavimenti di laterizi

I pavimenti in laterizi, sia con mattoni di piatto che di costa, sia con pianelle, saranno formati distendendo sopra il massetto uno strato di malta crivellata, sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale, ecc. comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le connessioni devono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 3 mm per i mattoni e le pianelle non arrotati, e 2 mm per quelli arrotati.

Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia

Tali pavimenti saranno posati sopra un letto di malta cementizia normale, distesa sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessioni. Le connessioni debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 1 mm.

Avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotondati con pietra pomice ed acqua o con mole carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati in un secondo tempo con una mano di cera, se richiesta.

Pavimenti in mattonelle greificate

Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra dello spessore di 2 cm, che dovrà essere ben battuto e costipato. Quando il sottofondo avrà preso consistenza si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra. Infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura bagnata e quindi con cera. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

Pavimenti in lastre di marmo

Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

Pavimenti in getto di cemento

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di 2 cm ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm, lisciato, rigato o rullato, secondo quanto prescriverà la Direzione dei lavori.

Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm disposte a riquadri con lato non superiore a 1 m ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato. Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perché il disegno risulti ben delineato con contorni netti e senza soluzione di continuità. Quando il disegno deve essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di cui sopra.

Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in scaglie tra 10 mm e 25 mm, dovranno essere non gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Verona; verde, nero e rosso di Levanto; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, ecc.).

I cubetti in marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di 15 mm circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfasce di contorno, in proporzione all'ampiezza dell'ambiente. L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fine, fino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, poi con mole leggera, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con un'ulteriore mano di cera.

Pavimenti con rivestimento lapideo

I marmi possono venire posati su strato di allettamento cementizio o incollati direttamente al supporto. Lo strato di allettamento può essere usualmente costituito da una stesura di malta normale di cemento con aggiunta di calce grezza in ragione di m3 0,1 per m3 di impasto.

I procedimenti di lucidatura e levigatura in opera devono necessariamente venire differiti nel tempo rispetto alla posa onde evitare che tali trattamenti, che prevedono normalmente l'impiego di forti quantità di acqua e fango, possano provocare degradi alla superficie lucidata così come alla superficie muraria al contorno. Alla posa con collante (normalmente composto da impasto di cemento e resine idrosolubili) possono venire facilmente assoggettati i rivestimenti a “tutto marmo”.

In questi casi, dato il ridotto spessore dello strato di collegamento impiegato (3-4 mm) si deve operare su sottofondi particolarmente livellati e comunque resistenti, in grado di assorbire le sollecitazioni derivanti dai carichi cui la pavimentazione verrà sottoposta in fase di esercizio.

Nelle situazioni previste in modelli risolutivi isolati termicamente o acusticamente, lo strato di supporto della pavimentazione lapidea dovrà essere costituito non da un semplice strato di livellamento, ma da un vero e proprio strato di ripartizione dei carichi. Nel caso di pavimentazione con rivestimento lapideo posato su strato legante cementizio con tecnica convenzionale, non si deve trascurare l'esigenza di frazionare la pavimentazione con giunti di dilatazione estesi a tutto lo spessore dello strato di allettamento, in campi non superiori ai m2 di superficie; da ridurre ulteriormente nel caso di pavimentazioni contenenti impianti di riscaldamento di tipo radiante.

Pavimenti a bollettonato

Su di un ordinario sottofondo si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di 1,5 cm sul quale verranno posti a mano pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme atte allo scopo e precedentemente approvati dalla Direzione dei Lavori. Essi saranno disposti in modo da ridurre al minimo gli interspazi di cemento. Su tale strato di pezzami di marmo, sarà gettata una boiacca di cemento colorato, distribuita bene ed abbondantemente sino a rigurgito, in modo che ciascun pezzo di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa. Il pavimento sarà poi rullato. Verrà eseguita una duplice arrotatura a macchina con mole di carborundum di grana grossa e fina ed eventualmente la lucidatura a piombo.

Pavimenti in legno (“parquet”)

Tali pavimenti dovranno essere eseguiti con legno di essenze dure ben stagionato e profilato di tinta e grana uniforme. Le doganelle, unite a maschio e femmina, saranno chiodate sopra un'orditura di listelli o magatelli della sezione di cm 4 x 4 ed interasse non superiore a 35 cm oppure incollati direttamente su massetto perfettamente livellato e stagionato con tasso di umidità minore o uguale a quella del parquet. L'orditura di listelli sarà fissata al sottofondo eseguito con massetto di calcestruzzo o sabbia e cemento mediante grappe di ferro opportunamente murate o viti tassellate.

Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un coprifilo in legno all'unione tra pavimento e pareti. La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo. Le precauzioni da adottarsi in questi casi consigliano di evitare la posa in presenza di valori di umidità del supporto superiori al 14%. Accanto allo strato di supporto vero e proprio dovranno inoltre venire analizzate anche natura e condizioni degli strati sottostanti, con particolare riferimento ad eventuali strati di livellamento, frequentemente realizzati in impasti di calcestruzzo particolarmente porosi ed imbibibili o allo stesso impalcato strutturale anch'esso costituito da alleggerimenti con cavità molto adatte a ritenere l'acqua di costruzione. È necessario quindi evitare in ogni modo il contatto della pavimentazione con gli elementi umidi del sistema attraverso l'impiego di strati separatori continui posati al di sotto dello strato di supporto. Per tali strati occorre seguire alcune prescrizioni quali:

saldatura tra i teli, risvolti in corrispondenza di elementi verticali (pilastri) o in corrispondenza di attraversamenti impiantistici. Accanto a queste misure d'ordine generale, andranno collocate scelte specifiche rivolte a consentire, perimetralmente al sistema di pavimentazione, il recupero degli incrementi dimensionali dovuti alla eventuale dilatazione attraverso la realizzazione dei giunti di dilatazione, o alla eliminazione di possibili attrezzamenti impiantistici nel supporto con particolare riferimento alle canalizzazioni, per le quali può essere prevedibile l'innesco di fenomeni di condensazione superficiale. La posa dovrà essere fatta a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro; le doghe saranno disposte a spina di pesce con l'interposizione di bindelli fra il campo e la fascia di quadratura. I pavimenti di parquet dovranno essere lavati e lucidati con doppia spalmatura di cera, da eseguirsi l'una a lavoro ultimato, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla Direzione dei Lavori.

Pavimenti d'asfalto

Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg ed avrà lo spessore di 10 cm. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di 4 cm di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietta passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta. Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo. L'asfalto sarà disteso a strati di 2 cm di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulatura uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

Pavimenti in linoleum

Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasto di cemento e sabbia, o di gesso e sabbia. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso.

L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui per ragioni di assoluta urgenza non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernice speciale detta antiumido. Quando il linoleum debba essere applicato sopra a vecchi pavimenti, si dovranno innanzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il linoleum. L'applicazione del linoleum, dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali. Il linoleum dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta. La pulitura dei pavimenti di linoleum dovrà essere fatta con segatura (esclusa quella di castagno), inumidita con acqua dolce leggermente saponata, che verrà passata e ripassata sul pavimento fino ad ottenere pulitura. Dovrà poi il pavimento essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita, e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto. Tale ultima applicazione contribuirà a mantenere la plasticità e ad aumentare l'impermeabilità del linoleum.

Pavimenti con rivestimento tessile

La realizzazione di pavimentazioni con rivestimento tessile adotta criteri di posa che vanno dall'incollaggio totale dei teli, al tensionamento mediante fissaggio perimetrale su listelli chiodati o nastro biadesivo. Il supporto deve essere il più possibile regolare, per evitare che risalti o eventuali interruzioni di continuità con dislivelli fra le parti provochino, con la pedonalizzazione del sistema di pavimentazione, punti di usura privilegiati.Discontinuità possono essere dovute all'innesco di fessurazioni ad opera di canalizzazioni annegate nello strato di supporto o a cedimenti localizzati per la sottostante presenza di stratificazioni compressibili.

Pavimenti sopraelevati

In fase di determinazione per lo sviluppo planimetrico degli ambienti, è bene operare un coordinamento dimensionale delle superfici in modo da favorire l'impiego di elementi tutti della medesima gamma dimensionale e di evitare eventuali aggiustamenti lungo le zone perimetrali.

Un particolare problema è rappresentato dalla concentrazione dei carichi lungo il sistema di appoggi discreti in tutte quelle situazioni in cui o per la realizzazione della pavimentazione sopraelevata su pavimentazione preesistente o per la scelta di operare con stratificazioni funzionali già nel pacchetto degli strati componenti la partizione orizzontale (inserimento di strati termocoibenti, o di ammortizzazione) non ci si trovi in condizioni di avere supporti sufficientemente resistenti.
In questi casi è possibile operare sia attraverso l'impiego di strati di ripartizione dei carichi più o meno armati, che tuttavia incidono negativamente aumentando il carico permanente previsto dal sistema strutturale, sia attraverso un aumento delle superfici di appoggio delle singole colonne.
Pavimentazione in grigliato metallico
La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio, tramite bullonatura o sistemi di ancoraggio necessari mediante staffe e casellotti metallici, all'inserimento di supporti elastici per l'ammortizzazione dei rumori d'urto.
Pavimentazione con rivestimento resiliente
La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio.
Rivestimenti di pareti
I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori. Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco. Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti. Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.
L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta. La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà essere eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori. I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza. I pavimenti si addentreranno per 15 mm entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.
Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'incontro per almeno 15 mm. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta.
Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Impresa avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate. L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

Articolo n° 20 – OPERE IN MARMO E PIETRE, NORME GENERALI

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in genere essere lavorate a seconda delle prescrizioni particolari impartite dalla Direzione dei lavori all'atto dell'esecuzione.
Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta. Prima di cominciare i lavori, l'Impresa esecutrice dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni.

Articolo n° 21 – INFISSI IN LEGNO – NORME GENERALI

Per l'esecuzione dei serramenti in legno l'Impresa dovrà servirsi di una Ditta specializzata. Essi saranno sagomati e muniti degli accessori necessari secondo le indicazioni dell'Elenco descrittivo delle opere o dell'Elenco prezzi unitari.
E' proibito l'uso del mastice per coprire difetti naturali di legno o difetti di costruzione.
Tutti gli accessori ed apparecchi di chiusura, di sostegno, di manovra, ecc. dovranno essere, prima della loro applicazione, accettati dalla Direzione dei lavori.
Per ogni serratura di porta dovranno essere consegnate due chiavi.
Resta inoltre stabilito che l'Impresa dovrà allestire il campione di ogni tipo di infisso che dovrà essere approvato dalla Direzione dei lavori.

Articolo n° 22 – OPERE IN FERRO – NORME GENERALI

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribattiture, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.
Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione.
Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera colorita a minio.
In particolare si prescrive per inferriate, cancellate, ecc. che siano costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessure per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.
Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.
In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.
I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

Articolo n° 23 - SERRAMENTI IN ALLUMINIO

I serramenti saranno realizzati con profilati estrusi in lega primaria di alluminio 6060 UNI 3569/66 planari. Gli spigoli esterni delle ante a sormonto interno dovranno risultare arrotondati su tutto il perimetro dell'apribile. La tenuta, in corrispondenza dei giunti apribili delle finestre dovrà essere garantita da un sistema di guarnizioni operanti secondo il principio della precamera di turbolenza di grandi dimensioni (giunto aperto); sulle giunzioni angolari la continuità della guarnizione dovrà essere garantita mediante l'uso di angoli vulcanizzati fissati ai segmenti rettilinei di guarnizione con collanti cianoacrilici. In corrispondenza dei giunti delle porte a battente la tenuta sarà garantita da un sistema di guarnizioni in EPDM installate sia sul telaio fisso che sulle ante lungo i montanti verticali e il traverso superiore del serramento: sul traverso inferiore la continuità della tenuta sarà garantita da un sistema di guarnizioni in EPDM o, in alternativa da un sistema di spazzole a strisciamento sul piano del pavimento o l'adozione di soglia automatica mobile, comandata dall'apertura dell'anta.
Le giunzioni meccaniche in corrispondenza degli angoli del serramento, dovranno essere realizzate mediante squadrette che riempiano completamente le cavità degli estrusi, il fissaggio potrà avvenire per cianfrinatura o per spinatura della squadretta; in ogni caso il piano di giunzione tra profilati contigui dovrà essere sigillato con collanti idrorepellenti; sulle battute dei profilati dovranno essere installate squadrette che garantiscono il perfetto allineamento delle battute stesse.
I particolari di ferramenta soggetti ad usura dovranno essere installati e bloccati per contrasto, al fine di consentire una loro rapida regolazione o sostituzione; in particolare, eventuali ferramenta per l'apertura ad anta e ribalta dovranno essere dotate di sicurezza contro l'errata manovra che impedisca lo scardinamento dell'anta. I profilati fermavetro dovranno essere inseribili a scatto l'aggancio dovrà essere di sicurezza per evitare che, sottoposto a sollecitazioni, il fermavetro possa cedere elasticamente. Per quanto concerne la posa delle vetrature si fa riferimento alla norma UNI 6534-74.
Il drenaggio di eventuali acque infiltratesi lungo il perimetro delle vetrature dovrà essere garantito mediante asole o fori che le convoglino nella precamera di turbolenza e da questa verso l'esterno.
La scelta dei profilati, nella realizzazione delle aperture, dovrà attenersi ai dettami della normativa CNR-UNI 10012/67. Tutti gli ancoraggi e i sistemi di collegamento con le strutture adiacenti dovranno essere in alluminio, acciaio inox austenitico o altro materiale non soggetto a corrosione e compatibile con l'alluminio secondo le indicazioni della norma UNI 3952/66.
Tutti gli infissi e i telai a premurare dovranno disporre di regolare ancoraggio per il morsetto di collegamento all'anello equipotenziale di messa a terra (secondo normativa CEE).
La finitura superficiale dei profilati, qualora ottenuta per ossidazione o elettrocolorazione, dovrà avere le caratteristiche di cui a norma UNI 3952/66; se ottenuta per verniciatura dovrà avvenire previo trattamento di sgrassaggio, decapaggio in soluzione alcalina, neutralizzazione, passivazione e cromatazione; qualsiasi sia il processo di verniciatura prescelto lo spessore finale dello strato asciutto non dovrà essere inferiore ai 60 micron.

Articolo n° 24 – OPERE DA VETRAIO

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'Elenco descrittivo delle opere o nell'Elenco prezzi unitari del progetto esecutivo; il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla Direzione dei lavori e dal Capitolato speciale d’appalto.

Articolo n° 25 – TUBAZIONI VARIE

a) Tubazioni in genere. - Le tubazioni in genere, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno seguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza di giunti, sifoni, ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti. Le condutture interrate all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno 1 m sotto il piano finito; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, ecc., e fissandole con adatti sostegni. Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale dal 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a seconda delle disposizioni della Direzione dei lavori.
Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'Impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità, dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima.

b) Físsaggio delle tubazioni. - Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno e in modo tale da garantire le regolari pendenze e da permettere la dilatazione e collocate in modo da non pregiudicare l'estetica o il libero uso delle pareti, alla distanza di circa 3 cm dai muri.
Tutti i sostegni dovranno permettere la rapida rimozione dei tubi in caso di sostituzione.

c) Tubazioni in ferro. - Saranno del tipo Mannesmann, a seconda del tipo e importanza della conduttura, con giunti a vite e manicotto o a flangia, e dovranno essere provviste di valvoline di intercettazione delle diramazioni principali. I pezzi speciali dovranno essere in ghisa malleabile di ottima fabbricazione.
Le saldature ossiacetileniche, ove necessitino, dovranno essere eseguite con la massima cura e con attrezzatura a norma di legge.
A richiesta della Direzione dei lavori le tubazioni in ferro (elementi ordinari e pezzi speciali) dovranno essere provviste di zincatura; i tubi di ferro zincato non dovranno essere lavorati a caldo per evitare la volatilizzazione dello zinco; in ogni caso la protezione dovrà essere ripristinata, sia pure con stagnatura, là dove essa sia venuta meno.
Le tubazioni delle condutture dell'impianto idro-sanitario, di adduzione del gas e della rete antincendio debbono essere in acciaio zincato senza saldatura.
Esse dovranno essere sempre idoneamente isolate in modo che le perdite di temperatura non siano superiori a 0,1 °C per ogni ml.
d) Tubi di cloruro di polivinile per fognatura. - Dovranno corrispondere per generalità, tipi, caratteristiche e metodi di prova alle norme UNI 7447/75 tipo 303 - 1 e 2 e UNI 7448/75; dovranno essere muniti del "marchio di conformità - I.I.P." che ne assicura la corrispondenza alle norme U.N.I.
La D.L., prima dell'accettazione definitiva, ha la facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare o meno la loro rispondenza alle accennate norme.

Le tubazioni di polivinilcloruro non plastico (P.V.C.) saranno fornite con giunto a bicchiere per incollaggio o scorrevole con anello di gomma, oppure a manicotto scorrevole con due anelli di gomma. La lunghezza degli anelli in gomma, la forma e gli spessori della relativa sezione debbono essere tali da garantire una perfetta tenuta del giunto, anche con elementi leggermente tra loro angolati. I tubi dovranno essere di classe extra (colore arancio).
Debbono presentarsi senza difetti che ne compromettono la qualità, diametro interno ed esterno uniformi, superfici perfettamente lisce, senza sporgenze nè deformazioni, con code, bicchieri e guarnizioni integre, elevata resistenza all'abrasione ed alle sostanze chimiche. Particolare cura dovrà essere prestata nella posa in opera con riguardo al fondo della trincea che deve essere adeguatamente stabilizzato per costituire un supporto continuo alla tubazione.
Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili. Il letto di posa deve essere costituito da sabbia e il rivestimento in calcestruzzo dello spessore minimo di 10 cm; l'altezza minima del letto di posa è di 10 cm
I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Il riempimento della trincea e in generale dello scavo deve essere eseguito con la massima cura; il materiale deve essere compattato in modo uniforme verificando attentamente che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Dovranno comunque essere rispettate le norme generali e le raccomandazioni sulla installazione delle tubazioni rigide di P.V.C.

Articolo n° 26 – PITTURE E VERNICI

NORME GENERALI
Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.
Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, quindi pomiciate e lisciate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.
Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta. Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.
Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità. Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Pitture

Le pitture dovranno di norma, costituirsi da un pigmento, un veicolo o legante, un diluente e un essiccante. In taluni casi, al composto, potrà essere aggiunto un antifermentativo o degli antimuffa. Il pigmento dovrà essere, generalmente, di origine inorganica o artificiale. Il potere coprente richiesto alle pitture sarà determinato dal pigmento e dalle cariche.

Pitture a colla o tempera

Dovranno costituirsi di sospensioni acquose di pigmenti, cariche (calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati), e leganti a base di colle naturali (caseina, colla di pesce, latte, colla di farina ecc.) o sintetiche (colle viniliche, acriliche o di altro tipo di sintesi).

Dovranno essere, preferibilmente, utilizzate su pareti interne intonacate perfettamente asciutte. In relazione alle modalità realizzativi questa pittura potrà essere suddivisa in tre tipi: quella che si ottiene "stemperando" i colori in acqua e aggiungendo in un secondo momento il legante (ovvero la colla); quella che si ottiene tinteggiando con pigmenti precedentemente stemperati in acqua e poi a soluzione asciutta vaporizzando soluzioni molto diluite di colla e quella ottenuta dalla stesura della miscela ottenuta dall'impasto unico di colla colori ed acqua.

Il prodotto utilizzato, in ogni caso, dovrà possedere buona adesività al fine di eliminare lo scrostamento al contatto, buon potere coprente permettere sia la sovrapposizione dei colori sia, gli eventuali ritocchi, buona resistenza all'azione dell'acqua e dell'umidità, soprattutto se estesa all'esterno, brillantezza di colore e resistenza nel tempo.

Pitture ad olio

Potranno comporsi di oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti. Rispetto alla tinteggiatura a tempera, dovrà presentare una maggiore elasticità e quindi capacità di seguire le eventuali deformazioni del fondo e presentare, inoltre, notevole impermeabilità e capacità di ritocco senza che i colori si mescolino tra loro in modo incontrollabile. Dovranno possedere un alto potere coprente, risultare resistenti all'azione degradante dell'atmosfera, delle piogge acide, dei raggi ultravioletti.

Pitture cementizie

Si comporranno di sospensioni acquose di cementi bianchi, resine acriliche in emulsione, cariche micronizzate, pigmenti inorganici ed additivi chimici (antialga e antimuffa) in polvere. Dovranno essere preparate in piccoli quantitativi a causa del velocissimo tempo di presa. L'applicazione dovrà concludersi entro 30 minuti dalla preparazione, prima che avvenga la fase di indurimento. Terminata tale fase sarà fatto divieto diluirle in acqua per eventuali riutilizzi. Il film essiccato di queste pitture, presenterà una bassa porosità che lo renderà particolarmente indicato per il trattamento e la protezione di strutture in cemento armato, dall'azione aggressiva dell'anidride carbonica. Inoltre il suo basso assorbimento d'acqua permette di preservare i supporti dall'azione di usura dovuta all'azione di "gelo-disgelo". Il tipo di finitura satinata permetterà di uniformare l'aspetto cromatico di getti non omogenei di calcestruzzo senza coprirne il disegno. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di fabbriche come manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, ovvero su manufatti sottoposti ad interventi di conservazione e restauro, l'utilizzo di pitture cementizie dovrà essere vietato.

Pitture emulsionate

Emulsioni o dispersioni acquose che si costituiranno di pigmenti organici o inorganici, di cariche (carbonati di calcio, silicati di alluminio, polveri di quarzo ecc.) e da additivi sospesi in una resina sintetica (acrilica o acetoviniliche-versatiche). Poste in commercio come paste dense, da diluirsi in acqua al momento dell'impiego, dovranno essere in grado di realizzare sia forti spessori sia film sottilissimi. Potranno essere utilizzate su superfici interne ed esterne, in questo ultimo caso dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico-chimico operato dagli agenti inquinanti. Queste pitture dovranno risultare impermeabili ed il loro degrado avverrà per filmazione od spogliamento-spellatura. Dovranno essere applicate con maestria e possedere colorazione uniforme.

Potranno essere applicate anche su calcestruzzi, legno, cartone ed altri materiali. Non dovranno mai essere applicate su strati preesistenti di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto.

Idropittura (pittura all'acqua, pitture lavabili) a base di copolimeri acrilici

Pitture in cui il legante dovrà essere costituito da una dispersione acquosa di resine sintetiche (soprattutto copolimeri acrilici) con pigmenti che potranno essere organici ad alto potere coprente o inorganici (ad es., farina di quarzo, caolino, biossido di titanio ecc.) comunque molto coprenti con l'aggiunta di additivi reologici ed antimuffa. Questo consentirà di dare luogo a coloriture "piatte" con un effetto "cartonato". Le cariche dovranno essere costituite da materiali inerti, stabili rispetto all'acidità degli ambienti inquinanti. Le caratteristiche principali di questa pittura saranno: aspetto opaco-serico, ottima adesione al supporto, insaponificabile, ottimo potere riempitivo, resistenza agli alcali ed agli agenti aggressivi dell'inquinamento, resistenza all'attacco di funghi, muffe e batteri, superlavabile (resiste ad oltre 500 cicli di spazzola), eccellente stabilità di tonalità delle tinte e non ingiallente, resistenza ai raggi ultravioletti. Questo tipo di pittura risulterà idonea su intonaco civile di malta bastarda, cementizia o equivalente, intonaco a gesso, nuovo o già rivestito con altre pitturazioni (previa preparazione con pulizia ed applicazione di idoneo fissativo uniformante e/o consolidante), elementi prefabbricati in conglomerati cementizi a superficie compatta, uniforme e piana, legno truciolare. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di manufatti di chiaro interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, se non diversamente specificato dalla D.L., dovrà essere vietato l'utilizzo di idropitture acriliche.

Boiacca passivante

Boiacca passivante anticarbonatazione, pennellabile per la protezione dell'armatura di strutture in cemento armato normalmente caratterizzata da colori vivaci (arancio, azzurro, verde ecc.). Il prodotto potrà essere monocomponente, esente da nitrati, da miscelare con sola acqua (quantità variabile tra 0,3 e 0,5 l/kg), o bicomponente (A = miscela di cemento o leganti idraulici ad elevata resistenza, polveri silicee con idonea curva granulometrica, inibitori di corrosione, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1); in ogni caso le caratteristiche minime della boiacca dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls > 2,5 N/mm2, resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH > 12, tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 40-60 min, temperatura limite di applicazione tra +5°C e +35°C, classe zero di reazione al fuoco. Lo strato minimo di protezione di tale pittura dovrà essere di almeno 1 mm.

Vernici

Per vernice dovranno intendersi tutti gli impregnanti, i consolidanti e gli idrorepellenti; in genere utilizzati su legno, pietre naturali, cemento armato a vista, intonaci e su altri supporti murari quando si vorrà aumentarne la consistenza l'impermeabilità o l'idrorepellenza. I prodotti vernicianti dovranno essere classificati in rivestimenti incorporati (impregnanti superficiali: idrorepellenti, consolidanti, mordenti e primer per supporti in legno, conglomerati legati con calce e/o cemento come intonaci cementi decorativi e calcestruzzi) e rivestimenti riportati (smalti, flatting, "pitture").

Vernici naturali e sintetiche

Le vernici dovranno creare una pellicola trasparente, lucida od opaca. Di norma si otterranno per sospensioni di pigmenti e delle cariche (talco, quarzo, caolino ecc.) in soluzioni organiche di resine naturali (coppale, colofonia, trementina benzoino, mastice ecc.) o sintetiche, (acriliche, alchidiche, oleoalchidiche, clorovinilіche, epossidiche, poliuretani, poliesteri, fenoliche, siliconiche ecc.). La percentuale di veicolo (legante + solvente) dovrà di norma essere pari al 50%, nel caso di verniciature per esterno, la composizione dovrà essere: 40% di pigmento e 60% di veicolo caratterizzato da resistenze particolari agli agenti atmosferici ed agli agenti alcalini.

Le vernici per gli interni dovranno essere a base di essenza di trementina e gomme pure di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. Dovrà essere fatto divieto l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Di norma le vernici essiccheranno con rapidità formando pellicole molto dure. Dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici, alla luce ed agli urti; essere utilizzate dietro precise indicazioni della D.L. che dovrà verificarne lo stato di conservazione una volta aperti i recipienti originali.

Smalti

Prodotti di natura vetrosa composti da silicati alcalini: alluminio, piombo, quarzo, ossido di zinco, minio ecc.; si utilizzeranno per eliminare la porosità superficiale della ceramica e/o per decorarla. All'interno di questa categoria rientreranno anche gli smalti sintetici: miscele di resine termoindurenti sciolte in acquaragia insieme ai pigmenti; queste sostanze dovranno possedere forte potere coprente, avere le caratteristica di essiccare in poche ore (intorno alle 6 ore), facilità di applicazione, luminosità e resistere agli urti per diversi anni anche all'esterno.

Vernice antiruggine e anticorrosive

Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali. Il tipo di vernice da impiegare su ferro e sue leghe dovrà essere indicato dalla D.L., se non diversamente specificato si intenderà a base di resine gliceroftaliche a caucciù clorurato, plastificanti in saponificabili e pigmenti inibitori della corrosione, fosfato basico di zinco ed ossido di ferro rosso. La vernice dovrà risultare sovraverniciabile (entro sei-otto giorni dall'applicazione) con pitture a smalto oleosintetiche, sintetiche e al clorocaucciù. L'applicazione di tale vernice potrà avvenire sia a pennello (consigliata) sia a rullo, in entrambi i casi lo spessore minimo di pellicola secca per strato dovrà essere di 25 mm, ottenibile da pellicola umida di 70-80 mm mentre lo spessore massimo sarà di 40 mm, ottenibile da pellicola umida di 110-120 mm..

Verniciature su legno

Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

Verniciature su metalli

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate. Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono. La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

Tinteggiatura a calce

La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:
spolveratura e raschiatura delle superfici;
prima stuccatura a gesso e colla;
levigatura con carta vetrata;
applicazione di due mani di tinta a calce.
Gli intonaci nuovi dovranno già aver ricevuto la mano di latte di calce denso (sciabaltura).

Tinteggiatura a colla e gesso

Saranno eseguite come appresso:
spolveratura e ripulitura delle superfici;
prima stuccatura a gesso e colla;
levigatura con carta vetrata;
spalmatura di colla temperata;
rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione;
applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.
Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

Verniciature ad olio

Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:

spolveratura e ripulitura delle superfici;
prima stuccatura a gesso e a colla;
levigatura con carta vetrata;
spalmatura di colla forte;
applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;
stuccatura con stucco ad olio;
accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura;
seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.
Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle stuccatura e della spalmatura con colla; per le opere in ferro, la verniciatura sarà preceduta da applicazione di antiruggine.
Verniciature a smalto comune.
Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione dei Lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.).
A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:
applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
leggera pomiciatura a panno;
applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.
Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o “buccia d'arancio”:
spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
stuccatura a gesso e colla;
mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
applicazione di uno strato di standolio con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito con acquaragia;
applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale;
il secondo strato sarà eventualmente battuto;
con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.
Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o “buccia d'arancio”, tipo “battuto” con superficie a rilievo:
spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
stuccatura a gesso e colla;
mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
battitura a breve intervallo dall'applicazione, eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, ecc.

Articolo n° 27 – CORPI SCALDANTI

I radiatori saranno in ghisa a piastra e dovranno presentare facilità di pulizia e forma idonea a non trattenere la polvere.
Ogni corpo scaldante dovrà essere provvisto di valvole a doppio regolaggio e intercettazione in bronzo sulla mandata e di bocchettone di regolazione sul ritorno.

Articolo n° 28 – RIVESTIMENTI E COIBENTAZIONI

Le tubazioni dovranno essere opportunamente rivestite con idoneo materiale isolante termico.

L’isolamento dovrà essere eseguito con particolare accuratezza, con i materiali coibenti appropriati non combustibili nè comburenti, non igroscopici, inattaccabili da agenti chimici, fisici e da parassiti.
Si dovrà preferire materiale che abbia un basso coefficiente di conduttività termica.

Articolo n° 29 - IMPIANTO IDRICO

La distribuzione dell’acqua si deriverà dalla rete esistente.
Sulla conduttura in derivazione collegante gli apparecchi si deve installare un rubinetto d’intercettazione.
Le colonne di scarico devono ricorrere verticali e provviste di tronchi di ispezione.
Dopo il collegamento con l’apparecchio posto più in alto, le colonne di scarico dovranno essere prolungate, con lo stesso diametro, sino alla copertura dell’edificio e terminata con torrino esalatore per la perfetta ventilazione della colonna stessa.
Dovranno essere realizzate anche le condutture di ventilazione secondaria mediante conduttura di opportuna sezione.

Articolo n° 30 – RACCORDI E CONGIUNZIONI

I pezzi di raccordo dei tubi come T, croci, braghe, gomiti, manicotti, ecc., devono essere per le condutture di acciaio, di ghisa malleabile filettati a vite e con i bordi rinforzati ed, inoltre, essere zincati quando tali sono i tubi delle condutture. I manicotti devono avere una sola filettatura (destra o sinistra); sono ammessi i manicotti a doppia filettatura solo nel caso in cui il montaggio non sia altrimenti possibile;
Tutte le congiunzioni, sia dei tubi e raccordi fra loro, come dei tubi con gli apparecchi prese, ecc., di qualsiasi genere, devono essere eseguite in modo da non dar luogo a perdite di liquido o di gas, tanto con l'uso quanto col variare della temperatura.

Articolo n° 31 – SARACINESCHE E RUBINETTI

Le saracinesche possono essere in bronzo, in ottone o in ghisa e devono essere intercalate lungo il percorso di tubazioni aventi diametro piuttosto notevole, in modo di da interrompere il flusso d’acqua.
La loro installazione deve avvenire ogni qualvolta si voglia interrompere detto flusso, limitando nel contempo le perdite di carico.
I rubinetti di arresto devono essere di ottone o in bronzo, nei tipi a sede parallela o a sede obliqua.
Verranno installati in tubazioni minori e in modo tale che la pressione dell’acqua tenda ad aprire la valvola, che, posta in posizione di chiusura, deve trattenere la stessa pressione, agevolando così eventuali ricambi della guarnizione che circonda l’asta filettata assiale comandata dal volantino e le riparazioni al premistoppa.

Articolo n° 32 – APPARECCHI SANITARI

Ogni apparecchio deve essere provvisto:
a) del tubo di collegamento con la conduttura di adduzione, munito di rubinetto d'intercettazione, con cappelletto di protezione allo scopo di isolare dalla conduttura e il gruppo di erogazione dell'apparecchio senza turbare il normale funzionamento degli altri apparecchi. Sia il tubo di collegamento, quanto il gruppo di erogazione devono avere il diametro interno non minore di 1/2 pollice; fatta eccezione del tubo di collegamento alle cassette dei servizi, il cui diametro interno non deve essere minore di 3/8 di pollice

b) del tubo di collegamento con la conduttura di scarico, munito di rosone a muro o a pavimento; questo tubo di collegamento ed anche lo scarico dell'apparecchio devono avere il diametro interno non minore di pollici 1 e 1/4; le congiunzioni dei tubi di collegamento con l'apparecchio devono essere eseguite a perfetta regola d'arte e con le tecniche in uso, in modo da non dar luogo a perdite di liquido, tanto con l'uso quanto con il variare della temperatura e anche di permettere di separare con facilità l'apparecchio dai tubi stessi
c) del sifone, di facile ispezione
Tutte le parti metalliche in vista, di quanto sopra prescritto e di quant'altro fa parte degli apparecchi, devono essere di ottone o bronzo.
I vasi devono essere in porcellana dura vetrificata a semplice aspirazione, provvisti di sedile in legno duro di un sol pezzo, coperchio dello stesso materiale e paracolpi di gomma al piede
Il lavaggio deve effettuarsi a mezzo di cassetta del tipo e in materiale a scelta della D.L. comandato da pulsante.
I lavabi devono essere in porcellana dura vetrificata fissati al muro, a mezzo di mensole (le mensole di fissaggio saranno di lunghezza da 10 - 12 cm, mentre quelle di sostegno saranno pari alla lunghezza del lavabo).
I lavabi dovranno essere dati in opera completi di rubinetteria con gruppo miscelatore, muniti di foro per troppopieno per lo scarico dell'acqua di sopravanzo e installati ad un'altezza dal pavimento di circa 80 cm.
Le docce devono avere i piatti in acciaio porcellanato, il soffione collocato ad un'altezza non superiore ai 2 ml dal piano sottostante e il gruppo miscelatore con comando a leva.
Lo scarico deve essere continuo ed avere il raccordo col tubo di scarico del diametro non minore di 2 pollici.

Articolo n° 33 – RETE ANTINCENDIO

La rete di distribuzione per gli impianti antincendio deve essere completamente indipendente da quelle dell'impianto sanitario e servire direttamente gli idranti che normalmente devono essere collocati in nicchie.
Nessuna saracinesca deve essere intercalata in queste reti, onde evitare erronee chiusure, che possano temporaneamente impedire l'afflusso dell'acqua in caso di incendio.
Questa rete deve essere munita, in corrispondenza delle entrate dell'edificio, di una presa che permetta l'innesto del tubo premente delle autopompe dei VV.F., in modo tale che si possa fornire acqua a tutti gli idranti.

Articolo n° 34 - IMPIANTO ELETTRICO

Gli impianti elettrici dovranno essere dati in opera, funzionanti ed eseguiti a perfetta regola d'arte, nel pieno rispetto dei contenuti del presente Capitolato Speciale d'Appalto, della normativa e Legislazioni vigenti e/o che andassero in vigore in corso d'opera e comunque, abbiano applicabilità ed attinenza con gli impianti di che trattasi, compreso i relativi regolamenti e prescrizioni: Comunali; Prefettizi; del locale Comando VV.F.F., dell'ENEL, della TELECOM, dell'ISPELS, dell'U.L.S.S.. 16 (ex ENPI e ex A.N.C.C.)
In particolare si richiama qui, espressamente, il rigoroso rispetto delle norme contenute:

- nella Legge n. 46 del 05.03.90 (Norme per la sicurezza degli impianti);
- nel D.P.R. n. 447 del 06.12.91 (Regolamento di attuazione della legge n. 46/90);
- nel Decreto 20 Febbraio 1992 del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte);

- nel "Capitolato programma tipo per impianti elettrici" di cui al D.M. 12 Dicembre 1962 (ultima ristampa aggiornata);
- nel D.M. 18 Dicembre 1975 "Norme Tecniche aggiornate" relative all'Edilizia Scolastica ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica;
- nel D.P.R. n. 547, del 27 Aprile 1955, recante prescrizioni per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, nonchè nelle successive regolamentazioni;
- nelle prescrizioni dell'U.L.S.S. 16 (Presidio Multizonale di Prevenzione Sezione Impiantistica);
- nella legge 1.3.1968 n.186;
- nelle norme del Comitato Elettrico Italiano (CEI);
- nella Legge 118 D.P.R. del 27 Aprile 1978, e successive modifiche ed integrazioni, a favore degli handicappati.
- nel D.Lgs. n. 626/94 e n. 242/96 recante nuove normative per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nel luogo di lavoro.

Per quanto concerne le caratteristiche dei materiali posti in opera essi dovranno avere dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL in vigore ed essere ammessi al regime del Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Il progetto esecutivo prevede in particolare quanto segue:

- una relazione particolareggiata illustrativa dei materiali e componenti che saranno impiegati nell'esecuzione degli impianti in parola con dettagliati calcoli illuminotecnici e delle relative potenze impiegate distintamente per le linee Luce e F.M., con riferimento ai vari circuiti e punti di utilizzo;
- i disegni illustrativi particolareggiati con rappresentazione planimetrica ed altimetrica degli impianti da realizzare con:evidenziato il posizionamento dei quadri elettrici;
- il dettagliato computo metrico da cui risulti la minuziosa descrizione dei singoli componenti come richiesto nell'Elenco descrittivo delle opere o nell’Elenco prezzi unitari;
- gli schemi elettrici dei quadri con indicazione delle apparecchiature, tipo di cavo e lunghezza delle linee;
- quant'altro previsto dalla Guida CEI in vigore;

L’appaltatore dovrà in particolare ottemperare alle seguenti disposizioni;

- rilasciare, a fine lavori, la dichiarazione di conformità dell’impianto a regola d’arte ai sensi della legge n. 46/90;
- la prestazione in cantiere, durante tutto il tempo necessario per l'esecuzione delle opere, di un tecnico specializzato;
- il provvedere, a propria cura e spese, a fornire gli strumenti di misura e controllo e quant'altro necessario, e/o richiesto per l'effettuazione delle verifiche preliminari e collaudo definitivo degli impianti compreso l'eventuale allacciamento provvisorio ENEL;
- il provvedere, a propria cura e spese, alla manutenzione di tutti i componenti degli impianti in parola, fino all'effettuazione del collaudo generale, sostituendo quei componenti che, ad insindacabile giudizio della D.L., si dimostrassero difettosi e/o non rispondenti a quanto contrattualmente pattuito ai fini di un ottimale funzionamento degli impianti in parola.

Le caratteristiche degli impianti saranno le seguenti:

a) Il quadro elettrico generale sarà costituito da un contenitore in lamiera di acciaio verniciato con resine epossidiche dopo opportuno trattamento di decapaggio.

All'interno del quadro dovranno essere previste adeguate guide per il fissaggio rapido delle apparecchiature, che dovranno prevedersi di tipo modulare.

La parte frontale dovrà risultare chiusa da appositi pannelli sfinestrati dai quali dovranno sporgere solamente le leve di comando degli interruttori.

Al di sotto di ogni interruttore dovrà trovare alloggiamento una targhetta indicatrice pantografata indicante la funzione dell'interruttore e del circuito comandato.

Detto quadro dovrà risultare con un grado di protezione pari ad almeno IP-20.
Gli interruttori dovranno essere del tipo omnipolare, salvo diversa indicazione per poteri di interruzione più elevati, il potere di interruzione simmetrico al cortocircuiti degli interruttori, dovrà risultare pari ad almeno 6000 A.
Gli interruttori dovranno essere di tipo automatico magnetotermico e dove necessario dovrà essere prevista la dotazione di relè differenziale ad alta sensibilità, ciò al fine di salvaguardare l'incolumità della popolazione scolastica interessata, in conseguenza della eventualità sia di dispersione verso terra che per contatti accidentali.
Tutte le parti metalliche nel quadro, normalmente non in tensione, dovranno essere collegate a terra, con adeguato conduttore flessibile in rame, di almeno 6 mmq.
Tutti i collegamenti interni che dovranno essere inseriti in apposite canaline in P.V.C autoestinguenti o raggruppati in fasci protetti da spirali di P.V.C., dovranno risultare ordinatamente eseguiti con conduttori di tipo flessibile con grado minimo di isolamento 3.
Per l'immediato controllo esterno visivo delle apparecchiature, la parte frontale del quadro dovrà essere realizzata in metacrilato trasparente con cornice metallica dotata di maniglia isolante e di serratura provvista di almeno 3 chiavi.
Al fine di circoscrivere eventuali guasti, senza intralciare completamente l'attività scolastica, si dovrà suddividere l'impianto in varie zone, secondo le specifiche destinazioni dei singoli individuabili settori omogenei della scuola.
Al fine di sopperire al futuro fabbisogno connesso con la necessità di installazione di altri interruttori, dovrà essere previsto uno spazio a disposizione della superficie non inferiore al 20% del numero dei poli installati nel quadro stesso.
b) La rete delle linee di alimentazione dovrà diramarsi dal quadro generale e dovrà essere realizzata con conduttori in rame flessibile con isolante PVC qualità R2 antifiamma del tipo N07V-K non propagante l'incendio.
Le cadute di tensione massima, determinate mediante il rapporto tra le tensioni a vuoto ed a pieno carico (misurato sul punto più lontano dal punto di erogazione) dovranno essere contenute entro il 4% per i circuiti di illuminazione ed il 6% per i circuiti di forza motrice
Le sezioni di detti conduttori dovranno essere tali da assicurare l'alimentazione del carico convenzionale, nel rispetto delle vigenti norme in accordo con la normativa CEI - n. 35016 e 35022.
I conduttori dovranno essere infilati entro tubazioni in PVC pesante autoestinguente.
La giunzione delle tubazioni rigide dovrà essere eseguita con manicotti prefabbricati uniti con speciali collanti.
Il diametro delle tubazioni dovrà risultare pari ad almeno 1,4 volte di diametro del cerchio circoscrivente il fascio di cavi passanti nella tubazione.
Per la posa a parete, le tubazioni dovranno seguire percorsi orizzontali e verticali (con esclusione dei percorsi obliqui).
Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite su idonee cassette o sulle scatole rompitratta, con l'impiego di morsetti in ottone, rivestiti in materiale isolante con fissaggio a vite.
Le cassette di derivazione e rompitratta dovranno essere in materiale termoplastico, autoestinguente corredate di coperchio, fissato con viti.
Le tubazioni che dovessero essere poste all'esterno dell'edificio dovranno essere del tipo in PVC pesante e risultare interrate a non meno di 50 cm dal piano di calpestio.
Dovranno essere poste in opera su letto di sabbia e ricoperte con uno strato dello stesso materiale su cui dovranno essere posti dei copponi in cemento per proteggere le tubazioni stesse da eventuali azioni meccaniche; le giunzioni dovranno risultare eseguite con manicotti filettati fissati con appositi collanti; in corrispondenza dei cambiamenti di direzione dovranno essere posti in opera dei pozzetti, in cemento, con chiusino, senza fondo, per evitare il ristagno dell'acqua.
Nella fase di posa delle tubazioni si dovrà aver cura di dare alle stesse adeguata pendenza verso l'esterno per evitare che l'acqua piovana possa infiltrarsi nell'edificio.
Ogni linea elettrica dovrà essere dotata di proprio conduttore di protezione e di neutro distinti.

I conduttori dovranno distinguersi, tra loro, attraverso la diversa colorazione del rivestimento e precisamente:

- fase illuminazione marrone
- fase presa 10A grigio
- fase presa 16A nero
- conduttore di neutro azzurro
- conduttore di protezione giallo verde

In via generale, la sezione delle linee non dovrà risultare di sezione inferiore a:

1,5 mm^2 per le linee di illuminazione

2,5 mm^2 per le prese da 10A

4,0 mm^2 per le prese da 16A

c) Tutti i punti di utilizzo i punti luce, le prese da 10A e le prese da 16A, ecc. dovranno essere eseguiti con conduttori in rame isolato, di tipo N07V-K, con sezione di:

1,5 mm^2 per punti luce

1,5 mm^2 per le prese da 10A

2,5 mm^2 per le prese da 16A

Detti punti luce e le prese dovranno risultare dotati di conduttori di protezione.

Le apparecchiature di comando, dovranno essere installate su telai di materiale isolante con placca frontale a scelta della D.L.

I frutti dovranno essere contenuti in scatola di materiale termoplastico incassate nelle pareti.

Tutti gli interruttori, pulsanti, ecc. dovranno essere dotati di una lampada a scarica di localizzazione nel rispetto della relativa normativa per il superamento delle barriere architettoniche.

Tutte le prese dovranno risultare di sicurezza, con alveoli arretrati e polo centrale per la messa a terra.

In via generale, il dimensionamento delle linee dovrà rispettare i seguenti fattori di contemporaneità:

- punti luce, per la loro potenza, contemporaneità 100%
- prese 2x10A+T; 300VA ciascuna, contemporaneità 30%
- prese 2x16A+T; 500VA ciascuna, contemporaneità 30%

d) Per i corridoi, gli atri, le aule e quelle speciali, si dovranno prevedere delle plafoniere, installate a soffitto, atte a contenere tubi fluorescenti ad alta efficienza luminosa (tipo Lumilux od equivalenti).

In via generale le plafoniere dovranno essere costituite da corpo in lamiera di acciaio stampato, verniciato a fuoco, contenente le apparecchiature elettriche rifasate con cablaggi e dovranno risultare ricoperte da uno schermo in metacrilato trasparente plurilenticolare anabbagliante stampato ad iniezione.

I reattori dovranno essere del tipo a basse perdite ed esenti da ronzii.

Per i servizi e ripostigli potranno essere installate delle plafoniere stagne tonde IP55 in policarbonato autoestinguente, atte a contenere lampade ad incandescenza fino a 100W, con attacco E 27.

L'illuminazione esterna perimetrale sarà costituita da proiettori in fusione monoblocco equipaggiati con lampada a joduri metallici da 250 W.

e) Il numero dei punti luce dovrà risultare tale da soddisfare i contenuti del D.M. 18 Dicembre 1975 (Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica etc.)

Nell'esecuzione dell'impianto di illuminazione, l'Appaltatore dovrà, scrupolosamente attenersi a quanto prescritto dalle normative tecniche da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica, con particolare riferimento al punto 5.2. (Condizioni dell'illuminazione e del colore di cui al D.M. 18 Dic. 1975 e successive modificazioni ed integrazioni).

Per quanto concerne il punto 5.2.2 del predetto D.M. del 18 Dic. 1975, i valori minimi dei livelli di illuminazione artificiale sul piano di lavoro, quest'ultimo in ogni caso idealmente prefissato fin d'ora a cm 60 dal pavimento e/o terra, dovranno risultare come appresso:

- per gli spazi destinati per il disegno, cucito, ricamo, ecc. lavagne e cartelloni compresi lux 300.=

- per gli spazi destinati a lezione, studio, lettura, laboratorio, uffici, ecc. lux 200.=
- per gli spazi destinati ad auditorium e mensa lux 100.=
- nei corridoi, scale, servizi igienici atrii, spogliatoi, ecc. lux 100.=

Per quanto attiene l'illuminazione interna dei plessi scolastici l'Appaltatore dovrà in ogni caso tenere presente che:

- i corpi illuminanti dovranno avere caratteristiche ottiche tali da conferire agli ambienti un ottimo "comfort visivo", assenza di abbagliamento diretto, e riflesso, nonchè un adeguato livello di illuminazione abbinato ad un elevato coefficiente di uniformità;
- i corpi illuminanti dovranno essere scelti fra quelli aventi una linea estetica ed un colore adatti ad inserirsi in maniera razionale e congiunta alla struttura architettonica dell'ambiente senza pregiudicare una facile posa in opera e soprattutto, la semplice futura manutenzione;
- la tonalità dei tubi fluorescenti da impiegarsi dovrà essere caratterizzata da una temperatura di colore la cui emissione spettrale evidenzi le tonalità caratteristiche degli arredi senza alterazioni rispetto la luce diurna;
- la disposizione a soffitto delle plafoniere dovrà essere studiata in modo tale da orientare il flusso luminoso delle lampade nella stessa direzione della luce diurna;
- dovrà essere posta particolare cura nell'effettuazione del calcolo illuminotecnico dei vari spazi, soprattutto nel caso specifico della illuminazione delle aule, in modo che il livello di illuminamento ed il coefficiente di uniformità risultino compresi entro valori ottimali.

f) Il sistema di illuminazione di sicurezza nel suo complesso sarà costituito da un numero di lampade che, per ubicazione e potenza, saranno sufficienti a guidare i presenti fino alla pubblica via.
Le lampade saranno del tipo autonome autoalimentate, dotate di batterie ricaricabili al nichel-cadmio, autonomia oltre 1 ora ad intervento automatico in mancanza della tensione di rete.
Il livello di illuminamento medio, in condizioni di luce di emergenza, dovrà risultare di almeno 5/10 lux.
g) Badenia sarà alimentata tramite impianto di sicurezza (alimentatore) - autonomia 30 minuti
h) L'impianto telefonico dovrà essere limitato alla sola posa delle tubazioni comprese scatole ed accessori.
Le relative tubazioni dovranno essere del tipo in PVC, serie pesante con diametro di 25 mm., provviste di filo pilota in acciaio zincato.
Dette tubazioni dovranno attestarsi nelle scatole in materiale termoplastico di tipo unificato TELECOM.
Le cassette rompitratta e di derivazione dovranno essere posizionate con le stesse modalità indicate in precedenza per le linee di distribuzione.
i) Tra l'atrio della scuola e il cancello pedonale di ingresso dovrà potersi comunicare a viva voce tramite l'installazione di un impianto citofonico bicanale.
L'impianto dovrà essere costituito da un microtelefono a parete, installato all'interno e da un posto esterno in scatola da incasso, con frontale antivandalo in lega leggera di elevato spessore, nonchè da un amplificatore transistorizzato, del tipo modulare, con le proprie protezioni contro i cortocircuiti, da installarsi nel quadro generale.
La richiesta di impianto baciante è motivata, dal fatto che, lo stesso consente la comunicazione diretta con semplice alzata della cornetta dal posto interno, senza doversi compiere altre manovre.
All'interno, il citofono installato nell'atrio dovrà contenere la suoneria di chiamata ed il pulsante per l'apertura del cancello.
Le linee dovranno essere poste entro proprie tubazioni protettive ed i cavi dovranno essere del tipo telefonico, adatti per la posa interrata, con sezione non inferiore a 0,6 mmq.
l) Il dispersore di terra sarà costituito da tondo di acciaio zincato Ø 10 mm. e da picchetti verticali entro pozzetti ispezionabili.
Tale dispersore dovrà essere posto a contatto del terreno vegetale ad una profondità minima di 70 cm. ed alla distanza minima dalla pareti esterne del plesso scolastico di un metro.

Tale dispersore dovrà risultare atto a conseguire delle basse resistenze verso terra ed essere duraturo nel tempo.
L'Appaltatore, nella fase di reinterro del dispersore in parola, dovrà avere la massima cura affinchè lo stesso abbia ad essere interrato non con ghiaia e detriti, ma, bensì, unicamente con terreno vegetale, ben costipato e/o sabbia.
Da idoneo pozzetto dovrà dipartirsi un montante di terra che dovrà arrivare al quadro generale e, quindi, dovrà diramarsi a tutto l'impianto di protezione previsto all'interno della scuola.
I conduttori di protezione dovranno avere una sezione almeno pari a quella dei conduttori di linea a cui si riferiscono, con un minimo di 1,5 mm^2.
m) All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le tubazioni metalliche entranti ed uscenti dal plesso scolastico al fine di evitare il pericolo di contatto, con formazione di eventuali potenziali elettrici fra parti metalliche, da parte della popolazione scolastica.

CAPO QUARTO
Norme di misurazione delle lavorazioni

Articolo n° 35 - - NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le misurazioni in genere si faranno con i metodi rigorosi della geometria o a numero o a peso, escluso ogni altro sistema che non sia stabilito in appresso, nell'Elenco descrittivo delle opere o nell'Elenco prezzi unitari.
L'Appaltatore dovrà tempestivamente richiedere la misurazione in contraddittorio di quelle opere e somministrazioni che successivamente non si potessero accertare e la verifica di tutto ciò che deve essere misurato o pesato prima di essere posto in opera.
Se talune quantità non venissero accertate in tempo debito, l'Appaltatore dovrà accettare la valutazione della D.L.
Ogni opera deve corrispondere, nelle sue dimensioni, a quelle prescritte; nel caso di eccesso si terrà come misura quella prescritta e in caso di difetto, se l'opera è accettata dalla D.L., si terrà come misura quella effettivamente rilevata.
Le opere e le provviste sono appaltate a misura o a corpo secondo le indicazioni dell'Elenco descrittivo delle opere o dell'Elenco prezzi unitari e delle presenti norme.
Nei prezzi si intendono pertanto comprese tutte le prestazioni e somministrazioni occorrenti, dallo scarico dei materiali in cantiere fino alla loro completa e perfetta posa e alla protezione delle opere fino al collaudo.

Articolo n° 36 - SCAVI

Con i prezzi dell'offerta per gli scavi in genere, l'Impresa si deve ritenere compensata per tutti gli oneri che essa dovrà incontrare:
- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte, che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro intorno alle murature, attorno e sopra le condotte d'acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:
a) Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'lmpresa all'atto della consegna ed all'atto della misurazione.
b) Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.
Al volume così calcolato si applicheranno prezzi fissati nell'offerta per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di offerta ogni maggiore scavo.
Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

Articolo n° 37 – RILEVATI E RINTERRI

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri s'intendono compresi nei prezzi stabiliti in offerta per gli scavi e quindi all'Impresa non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi.

Articolo n° 38 - DEMOLIZIONI

Nel prezzo delle demolizioni si intendono comprese le puntellature e quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto e per impedire danni alle parti eventualmente restanti dell'opera da demolire o alle pertinenze limitrofe.
Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati fissati precedentemente ed in particolare la scelta, I'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali.

Articolo n° 39 – MURATURE E TRAMEZZI

Le murature di qualsiasi genere saranno valutate per il loro effettivo volume e per la loro effettiva superficie secondo la categoria (salvo diversa indicazione nell'Elenco descrittivo delle opere o nell'Elenco prezzi unitari), siano esse in mattoni o in calcestruzzo, e si intendono per qualsiasi forma e dimensione, rette e curve.
Il prezzo è comprensivo delle impalcature e disarmi e degli oneri per darle eseguite con la superficie prevista nei prezzi di offerta.
Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti e del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali o artificiali, da pagarsi con altri prezzi dell'offerta.
Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, ecc.
Tutte le murature in genere. saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.
Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1 mq
I divisori interni per tramezzi verranno misurati nella loro superficie a rustico con detrazione di tutti i vani uguali o superiori a 1 mq.
S'intende compreso nel prezzo l'onere degli architravi dei fori.

Articolo n° 40 - CONTROSOFFITTI

I controsoffitti piani saranno pagati alla superficie della loro proiezione orizzontale senza cioè tener conto dei raccordi curvi coi muri perimetrali.
Nel prezzo dei controsoffitti sono compresi e compensati tutte le armature, forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare i controsoffitti finiti come prescritto.

Articolo n° 41 - PAVIMENTI E RIVESTIMENTI

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di offerta per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto.
In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.
I prezzi di offerta comprendono la fornitura dei materiali e ogni lavorazione per dare i pavimenti stessi completi e rifiniti a regola d'arte e, quando necessario, levigati a macchina.
I rivestimenti verranno misurati per la superficie effettiva, qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire.
Nel prezzo a mq sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gusci, angoli, ecc., nonché l'onere per la preventiva preparazione delle pareti da rivestire e per la stuccatura finale dei giunti.

Articolo n° 42 – PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI

I prezzi dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, da contabilizzarsi a superficie verranno calcolati in base alla superficie effettiva in opera.
Le parti grezze e quelle incassate nelle murature, qualunque siano la profondità e altezza della parte incassata, verranno sempre comprese nella misurazione.
Sono altresì compresi i ponteggi.

Articolo n° 43 - INTONACI

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve.
I prezzi di offerta valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore maggiore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.
Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviIuppate.
Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore a 4 mq, valutando a parte la riquadratura dei detti vani.
Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensíone essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.
Nei prezzi s'intende compensato anche il completamento della zona d'incontro con il pavimento, dopo l'esecuzione dello stesso.
Negli intonaci è compreso l'onere delle impalcature.

Articolo n° 44 – TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti dal presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, ecc.
Le imbiancature, le tinteggiature a calce e tinta, a fresco, a tempera, lavabili e semilavabili interne ed esterne saranno misurate a vuoto per pieno, detraendo solo i fori con superficie superiore a mq 4 e mq 2,5 per la tinta lavabile.
Tutte le altre tinteggiature, a cementite, a olio, a smalto, ecc., e le rasature a calce e a gesso verranno misurate in base alla superficie effettiva con deduzione di tutti i vani.
Sono compresi nel prezzo i ponteggi fino a 4 mt. di altezza

Per la coloritura o verniciatura di manufatti in legno e ferro si provvederà applicando i metodi e i coefficienti convenzionali previsti dal prezziario delle opere edili della C.C.I.A.A. di Padova.

Articolo n° 45 - SERRAMENTI

I prezzi unitari sono comprensivi di ogni onere per materiali, mano d'opera, incassi nei muri, posa in opera, assistenza muraria, ecc., e quanto altro necessario per dare le opere complete e finite a perfetta regola d'arte.
I serramenti in legno o in metallo per finestre, porte finestre, porte, vetrate, portoncini, verranno misurati a metro quadrato in misura esterna telaio fisso.
I serramenti per porte interne, su casseporte, verranno misurati in base alla superficie effettiva delle ante fisse o apribili.
Le casseporte saranno misurate a metro lineare con misure prese entro il foro luce.
I sopraluce delle porte interne verranno valutati a mq con misure prese sul telaio.
Per i serramenti avvolgibili (comprese le serrande metalliche) il prezzo a metro quadrato in luce degli stipiti compensa anche la posa delle guide, delle cinghie e degli arganelli di manovra, qualunque siano i tipi scelti dalla Direzione dei lavori.

Articolo n° 46 – LAVORI IN METALLO

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso, salvo eventuale diversa indicazione nell'Elenco descrittivo delle opere o nell'Elenco prezzi unitari, e i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei materiali stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio e a spese dell'Appaltatore, escluse dal peso le verniciature e coloriture, salvo diversa indicazione.
Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montature, posa in opera e assistenza muraria.
Sono pure compresi nel prezzo l'esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature, le impiombature e suggellature, e quanto altro necessario.

Articolo n° 47 – VETRI E CRISTALLI

La misura dei vetri e cristalli viene eseguita sulle lastre in opera, senza cioè tener conto degli eventuali sfrasi occorsi per ricavarne le dimensioni effettive. Il prezzo è comprensivo di tutti gli accessori necessari per una posa a regola d'arte.
I vetri e i cristalli saranno valutati secondo il minimo rettangolo ad essi circoscritto.

Articolo n° 48 – SISTEMAZIONE A VERDE

I prezzi in elenco per le opere compiute comprendono la fornitura dei materiali e degli elementi vegetativi di ottima qualità e la prestazione dello specialista e suo aiutante, per la fornitura e posa a regola d'arte delle varie opere previste.
L'Imprenditore edile deve dare inizio ad esecuzione di ordini e disposizioni impartiti dalla Direzione dei Lavori, attenendosi rigorosamente a quanto ordinato, con divieto di introdurre varianti e modifiche, che non saranno tollerate o riconosciute.
Nell'esecuzione dei lavori devono essere adottati i procedimenti e le cautele nel rispetto delle norme antinfortunistiche di legge; l'Imprenditore edile assume le responsabilità conseguenti, rimanendo indenne il committente da ogni e qualsiasi responsabilità ed onere.

Per la realizzazione di aiuole, viali, ecc. si provvede al tracciamento previa redazione del piano quotato, quindi all'eventuale scasso, formazione di cassonetto dell'altezza prestabilita ed asportazione della terra di risulta.
Le zone da sistemare a prato, dopo l'esecuzione del cassonetto, devono essere sacrificate o vangate e pulite con asportazione di qualsiasi elemento non idoneo; quindi si deve provvedere alla fornitura di ottima terra di coltura per il riempimento del cassonetto per le aiuole e delle buche per messa a dimora di elementi vegetativi.
Lo spessore minimo della terra di coltura, dopo il costipamento naturale e quando si renda necessaria una scarica completa, non deve essere mai inferiore a 40 cm.
In corrispondenza dei viali, vialetti e piazzali, i cassonetti devono essere riempiti con materiale inerte (terra bianca, mista, ghiaia) per uno spessore compreso fra 25 e 40 cm fino al raggiungimento delle quote prestabilite.
Ove già esistesse in posto terra di coltura ritenuta idonea, la stessa, prima di essere utilizzata, deve essere mondata da ogni sorta di detriti, spurgata e convenientemente smossa, rivoltata e lavorata.
Solo dopo la completa sistemazione del terreno su tutta l'area si dovrà procedere alla esecuzione delle buche ed alla successiva posa di piantagioni e piantumazioni.
La posa delle piante deve essere fatta nella esatta posizione prescritta, sottoponendo le radici ad una opportuna preparazione ed assestando adeguatamente la terra attorno e sopra il pane radicale, previa adeguata concimazione sul fondo scavo con concime animale (stallatico). Ove necessario e richiesto, si deve provvedere all'infissione del palo tutore e dei paletti con le dovute assicurazioni e tenditori ed infine all'innaffiamento secondo l'andamento stagionale.
Per le zone ove è prevista la sistemazione a prato, si deve procedere alla vangatura con ripetute fresature del terreno, che deve essere mondato da ciottoli, sassi, erbe infestanti e quant’altro non idoneo per la sistemazione suddetta.
Dopo adeguato trattamento con concime naturale o chimico, secondo prescrizioni, si procede alla semina e successiva rastrellatura e rullatura del terreno.
Dopo la semina dovranno essere eseguite quelle varie opere di rifinitura, quali sistemazione del drenaggio e dello scolo delle acque, regolarizzazione delle pendenze, eliminazione di parti eccedenti previa esecuzione di eventuali cordonature di contenimento. Queste vengono realizzate con elementi retti o curvi in cemento, ciottoli, pietra naturale, con sottofondo e/o rinfianco in calcestruzzo e malta di cemento.
Il materiale inerte riportato in corrispondenza dei viali, vialetti e piazzali, dopo la stesa deve essere sufficientemente compresso (e se del caso ricaricato) con adeguati mezzi meccanici; sul piano così costipato verrà steso, su tutta la superficie, ghiaiettino o pietrischetto di 5-10 mm di pezzatura per uno spessore di 3-4 cm.
Tutte le opere sopradescritte si computano nelle loro dimensioni effettive a metro quadrato, metro lineare, a numero od a peso.
Manutenzione degli spazi verdi
La manutenzione degli spazi verdi viene appaltata con contratto particolare, però qualora sia stato eseguito un nuovo impianto di sistemazione a verde, all'appaltatore dello stesso compete un primo anno di manutenzione gratuita dalla data del verbale di ultimazione dei lavori.
Nel caso di appalto di manutenzione, possono essere ordinati all'Imprenditore edile rinnovi di piantagioni, nuove opere, anche di limitata entità.
Le opere di manutenzione prevedono:
concimazioni chimiche;
innaffiamenti;
rifacimenti di aree erbose a scarsa vegetazione o dissesti da interventi sulle aree stesse;
raccolta ed asporto dei sassi, materiali vari inerti giacenti sulle aiuole;
fornitura e stesa terra di colture per l'eliminazione di avvallamenti e assestamenti;
pulizia di aiuole e cortili in terra battuta da foglie;

tagli e tosatura tappeti erbosi: sono previsti secondo necessità da un minimo di tre ad un massimo di cinque interventi per anno.
Il taglio dell'erba sarà eseguito esclusivamente con mezzi meccanici a lama rotante e/o con trituratori a coltelli, salvo diverse disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori ed integrati con altri attrezzi atti a completare l'operazione. Ad ogni intervento i bordi delle aiuole dovranno essere rifiniti nei particolari ed eseguita la spollonatura.
I materiali di risulta saranno allontanati e trasportati alle discariche autorizzate entro e non oltre il secondo giorno successivo alla esecuzione delle varie operazioni. Qualora per necessità operativa, l'Imprenditore edile dovesse sporcare strade e aree comuni, sarà tenuto a pulirle senza compenso. Qualora i residui erbosi, provenienti dallo sfalcio, risultano minuti od in quantità non eccessiva, la raccolta non sarà eseguita e pertanto non compensata.

Articolo n° 49 – TUBAZIONI IN ACCIAIO

Le tubazioni in acciaio verranno contabilizzate in base al peso ottenuto dal prodotto della misura dei tubi per il rispettivo peso unitario.

Articolo n° 50 – TUBAZIONI IN PHED, PVC E POLIETILENE

Verranno valutate misurandone la lunghezza sull'asse della tubazione, senza tenere conto delle parti destinate a compenetrarsi. Il prezzo comprende pezzi speciali, materiale di tenuta e assistenza muraria e ogni onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Articolo n° 51 – APPARECCHIATURE IDRO SANITARIE

Le apparecchiature idro-sanitarie verranno contabilizzate a numero.

Articolo n° 52 – IMPIANTO ELETTRICO

I punti luce, le prese, i punti di comando, i corpi illuminanti e i quadri verranno contabilizzati a numero. I tubi e i conduttori delle linee di alimentazione verranno contabilizzati a metro lineare.

Articolo n° 53 – ASSISTENZA MURARIA OPERE DA IDRAULICO

E’ comprensiva dell’onere e della formazione dei ponteggi interni che si rendessero necessari, della formazione di cavi di sezione variabile in funzione del dimensionamento delle tubazioni, del fissaggio in opera, di mensole, sostegni ed elementi componenti l’impianto da collocare nel vespaio ispezionabile da incassare e la loro successiva saturazione con impiego di laterizio e malte, della protezione delle apparecchiature installate, della formazione dei basamenti necessari per le apparecchiature da installare.

Articolo n° 54 – ASSISTENZA MURARIA OPERE DA ELETTRICISTA

E’ comprensiva dell’onere e della formazione dei ponteggi interni che si rendessero necessari, della formazione di tracce di sezione variabile in funzione del dimensionamento delle tubazioni, del

fissaggio in opera di mensole, sostegni, ancoraggi vari ed elementi componenti di impianto da incassare, della protezione delle apparecchiature installate, dello scavo e del rinterro relativi a tubazioni e pozzetti e dei basamenti necessari per le apparecchiature da installare.

Articolo n° 55 – MANO D'OPERA E MATERIALI - LAVORI IN ECONOMIA

Per eventuali lavori in economia, da eseguirsi su ordine della D.L., i compensi per le prestazioni di manodopera riferiti alle varie qualifiche di operaio saranno quelli contrattuali, già comprensivi del 14% per spese generali e del 10% per utile dell'impresa. Il ribasso d'asta contrattuale, così come previsto all'art. 179 del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010, sarà applicato al costo dei materiali, mentre per la manodopera, i trasporti e i noli sarà applicato unicamente alle spese generali e all'utile d'impresa. Le forniture di materiali si dovranno intendere effettuate a piè d'opera e comprensive di ogni onere relativo al loro trasporto in cantiere. Il costo dei materiali usati e dei noli, relativamente a dette opere eseguite in economia, sarà dedotto dall'Elenco prezzi unitari, se non contemplati si farà riferimento al listino emesso dalla Regione Veneto, se non presenti nello stesso, a prezzi formulati mediante analisi.

Articolo n° 56 - NOLEGGI

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento, restando a completo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri di manutenzione delle macchine ed attrezzi stessi. Nel prezzo eventualmente computato per i noli si comprende la mano d'opera per la manutenzione, per il funzionamento e per la conduzione o azionamento, il combustibile, i lubrificanti, l'energia elettrica, eventuali allacciamenti, materiali di consumo e tutto quanto occorra per il funzionamento delle macchine. Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati tutti gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento delle attrezzature. Si applica il prezzo computato soltanto per le ore di attività di lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perdita di tempo.

Articolo n° 57 - TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, per il conducente, il ritorno a vuoto e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

CAPO QUINTO
Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori, esecuzione dei lavori e gestione cantiere

Articolo n° 58 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Subito dopo avvenuta la consegna l'Appaltatore è obbligato a mettere in efficienza l'impianto di cantiere per dare inizio alle opere provvisionali in modo che i lavori possano essere iniziati con la dovuta alacrità. Tutte le indicazioni relative ai dettagli di forma e modi di lavorazione non apparenti e non deducibili dal presente Capitolato e dall'Elenco .Prezzi, saranno concordate con il Direttore dei Lavori mano a mano, che si rendessero necessarie. In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che riterrà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della D.L., non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi dell'Amministrazione, la quale si riserva comunque il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di eventuali opere non incluse nell'appalto e affidate ad altre Ditte o Imprese, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.
All'atto della consegna, sia parziale che totale, l'Appaltatore dovrà comunicare alla predetta Direzione il programma dettagliato di esecuzione delle opere, precisando il presumibile impiego di mano d'opera e di mezzi; la D.L. si riserva il diritto di prescrivere eventuali modifiche al programma dell'Appaltatore sia all'atto della consegna che in corso d'opera.

Articolo n° 59 - ESECUZIONE DEI LAVORI

Le opere dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte in conformità alle condizioni precisate nel presente Capitolato e nell'allegato Elenco Prezzi , nonchè alle disposizioni verbali e scritte che verranno, man mano, impartite dalla D.L. Le opere eseguite in contrasto con le prescrizioni di Capitolato e contrariamente alle disposizioni impartite, nonchè quelle che non fossero riconosciute accettabili dalla D.L., sia per la loro esecuzione, sia per la qualità dei materiali impiegati, dovranno essere immediatamente demolite a cura e spese dell'Appaltatore e non saranno contabilizzate.
La circostanza che i lavori siano stati eseguiti alla presenza della D.L. non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità circa l'esatto adempimento degli ordini e la perfetta esecuzione delle opere a norma del contratto, nonchè dalla scrupolosa osservanza delle regole dell'arte e dell'ottima qualità di ogni materiale impiegato, anche se eventuali deficienze fossero passate inosservate al momento della esecuzione. L'Amministrazione si riserva quindi, ogni più ampia facoltà di indagine e di sanzioni, ivi compresa la demolizione di opere male eseguite, a giudizio insindacabile della D.L. in qualsiasi momento, anche posteriore alla esecuzione delle opere, e fino al collaudo definitivo o certificato di regolare esecuzione dei lavori. In caso di discordanza o contrasto tra gli elaborati tecnici, varranno le disposizioni più favorevoli all'Amministrazione o quelle che l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, riterrà di adottare.

Articolo n° 60 - DOCUMENTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RESTAURO

Nell'ottica della documentazione dovrà, necessariamente, assumere fondamentale importanza, specialmente se rapportato al "piano di manutenzione" del manufatto, tutto quanto concerne la registrazione delle informazioni delle operazioni di restauro realmente eseguite.
Le indicazioni generiche riportate sovente nelle schede tecniche di intervento (ad es. consolidamento dell'apparato murario con iniezioni di malta a base di calce, oppure consolidamento d'intonaco con resina acrilica) non potranno essere di nessun aiuto per un futuro intervento di manutenzione dato che esistono svariati tipi di calce idraulica e d'inerti. Diventa pertanto fondamentale, oltre che indicare il tipo di calce e di inerte utilizzato, indicare anche il loro rapporto, così da poter dedurre la qualità della malta messa in opera e ricavare utili informazioni per i successivi interventi. Alla stessa stregua sarà possibile trovare, in commercio, non solo diverse categorie di resine acriliche ma anche varianti dello

stesso tipo; ad esempio la resina acrilica solida, è presente in varie tipologie contraddistinte da caratteristiche anche molto diverse tra loro. È facilmente intuibile che, se non verranno indicati il tipo di resina, la sua concentrazione nonché il genere e la percentuale del solvente utilizzato, capire il tipo di penetrazione e la quantità di resina introdotta diventa un'operazione tutt'altro che facile.
Nella documentazione di corredo di fine lavori dell'intervento di restauro dovranno, necessariamente, essere compilate delle schede di restauro (ovvero aggiornare quelle redatte dalla D.L. in fase di progetto) dove, sarà cura dell'operatore in contraddittorio con la D.L. appuntare le eventuali modifiche apportate durante i lavori. Nel caso in cui la D.L. non avesse preliminarmente redatto schede di questo tipo sarà cura dell'appaltatore redigerle. Le informazioni peculiari che dovranno essere riportate sono le seguenti:
– tipo di prodotto utilizzato con relativo nome commerciale affiancato dall'eventuale sigla industriale e nome della ditta produttrice.
Occorre tenere presente che alcune fabbriche producono un'ampia gamma del medesimo prodotto. Questa attenzione dovrà essere adottata non solo per i prodotti di tipo chimico ma anche per le calci, gli inerti e i prodotti premiscelati (intonaci, tinteggiature ecc.).
– solvente utilizzato (ad esempio: acqua, acetone, diluenti nitro, trielina, acquaragia ecc.); risulta importante conoscere il tipo di solvente utilizzato dal momento che può influenzare vari fattori tra i quali: la penetrazione della resina nel supporto (se una soluzione è resa più viscosa da un solvente questa riuscirà con più difficoltà a penetrare nel materiale da consolidare). L'eventuale resa "estetica" della resina applicata sulla superficie corticale (effetto perlante); la volatilità e, di conseguenza, il tempo di "essiccazione" della resina; un solvente molto volatile può, a causa della veloce evaporazione, trasportare in superficie la resina dando vita a strati superficiali con conseguente limitata distribuzione della resina in profondità;
– tipo di diluizione usata il tipo di concentrazione o di diluizione a seconda se si tratta rispettivamente di soluzioni (p/v) o emulsioni (v/v); per determinare il rapporto tra legante ed inerte si ricorrerà al rapporto v/v1# ad es. calce idraulica 1 parte (volume), grassello di calce 3 parti (volume), sabbia silicea lavata 8 parti (volume), coccio pesto 2 parti (volume), il rapporto legante-inerte che ne risulta
è pari a 1:2,5; le sabbie impiegate nell'impasto dovrebbero essere asciutte, se si ricorre a sabbie umide (come normalmente capita in
cantiere) si dovrà tenere conto di incrementare il loro volume mediamente del 15-20% rispetto a quello che si sarebbe impiegato nel caso di sabbie asciutte;
– numero e modalità di applicazione (a spruzzo, a pennello, a tasca, per percolazione, per iniezione ecc.), queste informazioni sono utili per verificare l'efficacia o meno di un trattamento nel tempo e per riprodurlo o, eventualmente, modificarlo.

Articolo n° 61 - GESTIONE CANTIERE

L'Appaltatore, è a conoscenza del fatto che i lavori verranno svolti all'interno di edifici scolastici funzionanti durante l'esecuzione delle opere, che il lavoro dovrà essere svolto a settori di fabbricato, che il programma di lavoro dovrà essere concordato con la D.L., l'Autorità Scolastica e le altre Imprese, che lavoreranno nello stesso periodo di tempo e a cui dovrà essere fornita assistenza e prevedere il minor disagio possibile allo svolgersi dell'attività didattica in contemporanea. Le eccezioni di qualsiasi genere che l'Appaltatore sollevasse all'atto della firma del contratto, sulle condizioni d'appalto, saranno considerate come rifiuto alla firma, con le conseguenze contemplate nel Capitolato Generale. Le aree concesse ad uso cantiere saranno limitate alla sede dei lavori. Oltre alla sede dei lavori e delle zone adiacenti che potessero ottenersi alle condizioni sopra espresse, l'Appaltatore non potrà occupare con il cantiere alcuna area pubblica senza debito permesso da parte della competente Amministrazione, nè interrompere il pubblico transito nelle vie. Le aree in aggiunta a quelle del cantiere per depositi di materiali da costruzione o attrezzi e quelle in genere occorrenti all'Appaltatore per sviluppare i lavori, saranno provvedute esclusivamente a cura e spese

dell'Appaltatore stesso senza diritto a speciali compensi, intendendosi che il corrispettivo per l'occupazione di dette aree sia incluso nei prezzi delle diverse categorie di lavori. La direzione del cantiere dovrà essere affidata dall'Appaltatore ad un Tecnico di competenza e specifica esperienza, abilitato all'esercizio professionale e di gradimento dell'Amministrazione, il cui nominativo dovrà essere comunicato per iscritto all'atto della consegna dei lavori.Durante lo svolgimento dei lavori dovrà essere sempre in cantiere un rappresentante dell'Appaltatore, incaricato di ricevere gli ordini e le istruzioni della D.L.; questa potrà, a suo esclusivo giudizio e senza obbligo alcuno di dichiararne i motivi, non accettare la persona designata ed esigerne la sostituzione in corso di lavoro, senza che per ciò l'Appaltatore possa sollevare eccezione o chiedere compensi. L'Appaltatore provvederà alla condotta effettiva dei lavori con personale tecnico idoneo, di provata capacità e adeguato, numericamente, alle necessità. L'Appaltatore risponde dell'idoneità dei dirigenti dei cantieri ed in genere di tutto il personale addetto ai medesimi, personale che dovrà essere di gradimento dalla D.L., la quale ha il diritto di ottenere l'allontanamento dal cantiere di qualunque addetto ai lavori senza l'obbligo di specificarne il motivo e di rispondere delle conseguenze.