

comune di  
**PRATO**



**COMUNE DI PRATO**  
**SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, GRANDI OPERE, ENERGIA E PROTEZIONE CIVILE**  
**U.O. RECUPERO DEL PATRIMONIO STORICO**

## Restauro del Bastione delle Forche



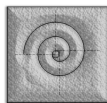
### PROGETTO ESECUTIVO

#### COMMITENZA: Comune di Prato

ASSESSORE AI LAVORI PUBBLICI: Roberto CAVERNI  
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, GRANDI OPERE, ENERGIA E PROTEZIONE CIVILE - Dirigente del servizio: Ing. Lorenzo FRASCONI  
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Francesco PROCOPIO

#### PROGETTO: Raggruppamento Temporaneo di Professionisti:

CAPOGRUPPO  
**SPIRA**  
ENGINEERING



SPIRA S.r.l.

Servizi Progettazione Integrata per il Restauro Architettonico

Direttore Tecnico (Art.254 DPR 207/10) :

Ing. Massimo MARRANI - Ordine Ingegneri di Firenze n.1594

[www.studiospira.it](http://www.studiospira.it)

PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE  
E DIREZIONE DEI LAVORI:  
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Prof. Arch. Giuseppe CRUCIANI FABOZZI  
Ing. Massimo MARRANI

MANDANTI:

PROGETTISTA E D.O. OPERE STRUTTURALI E DI CONSOLIDAMENTO:

Prof. Ing. Andrea VIGNOLI - Studio Tecnico Associato di Ingegneria  
di Prof. Ing. Andrea VIGNOLI e Ing. Claudio CONSORTI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE:  
AFFINAMENTO DEL RILIEVO, GRAFICA ED EDITING:

Arch. Alessandro PAGLIAI  
Arch. Stefano BALDI

COLLABORATORI:

Arch. Sara MARRANI, Ing. Silvio SPADI, B. Arch. Christopher EVANS,  
P.I. Alessio ALESSI, Dott. Agr. Marco CEI, Arch. Luca UGOLINI

Specifiche tecniche e prestazionali (CSA parte II):  
Opere edile e di restauro

**AR - STP**

Questo progetto è stato realizzato da Spira srl nel rispetto delle regole stabilite dal proprio sistema di gestione qualità conforme ai requisiti ISO 9001/2008 valutato da BUREAU VERITAS Certification e coperto da certificato n°167233

DATA: Settembre 2012

Rev.:

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

<b>A.</b>	<b>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....</b>	<b>4</b>
	ARTICOLO 1. QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	4
	ARTICOLO 2. MATERIALI NATURALI DI CAVA .....	5
	ARTICOLO 3. CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, LEGANTI IDRAULICI SPECIALI E LEGANTI SINTETICI .....	7
	ARTICOLO 4. LATERIZI .....	10
	ARTICOLO 5. MATERIALI FERROSI .....	10
	ARTICOLO 6. LEGNAMI.....	13
	ARTICOLO 7. MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI E RIVESTIMENTI .....	14
	ARTICOLO 8. COLORI E VERNICI .....	14
	ARTICOLO 9. MATERIALI PER DRENAGGI .....	16
	ARTICOLO 10. ADDITIVI.....	17
	ARTICOLO 11. PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONI .....	18
	ARTICOLO 12. TUBAZIONI.....	18
	ARTICOLO 13. SOSTANZE IMPREGNANTI.....	19
	ARTICOLO 14. IMPREGNANTI AD EFFETTO IDROFOBIZZANTE .....	20
	ARTICOLO 15. IMPREGNANTI CONTRO LA FORMAZIONE DI EFFLORESCENZE SALINE .....	21
	ARTICOLO 16. IMPREGNANTI PER INTERVENTI DI DEUMIDIFICAZIONE .....	22
	ARTICOLO 17. IMPREGNANTI AD EFFETTO CONSOLIDANTE.....	22
	ARTICOLO 18. PRODOTTI PER LA PULIZIA DEI MANUFATTI LAPIDEI .....	23
<b>B.</b>	<b>NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>33</b>
	ARTICOLO 19. MISURAZIONE DEI LAVORI.....	33
	ARTICOLO 20. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....	33
	ARTICOLO 21. VALUTAZIONE DEI LAVORI CONDIZIONI GENERALI .....	40
	ARTICOLO 22. VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO E A MISURA.....	40
	ARTICOLO 23. VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA .....	41
<b>C.</b>	<b>MODI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI .....</b>	<b>43</b>
	ARTICOLO 24. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	43
	ARTICOLO 25. ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI.....	44
	ARTICOLO 26. PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI .....	44
	ARTICOLO 27. INDAGINI PRELIMINARI AI LAVORI DI RESTAURO .....	44
	ARTICOLO 28. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA .....	48
	ARTICOLO 29. ELABORATI GRAFICI E SAGGI.....	49
	ARTICOLO 30. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....	51
	ARTICOLO 31. SCAVI IN GENERE .....	51
	ARTICOLO 32. SCAVI DI SBANCAMENTO.....	52
	ARTICOLO 33. SCAVI DI FONDAZIONE.....	52
	ARTICOLO 34. SCAVI DI ACCERTAMENTO E RICOGNIZIONE.....	53
	ARTICOLO 35. SCAVI ARCHEOLOGICI .....	53
	ARTICOLO 36. RILEVATI E RINTERRI .....	53
	ARTICOLO 37. PONTEGGI.....	54
	ARTICOLO 38. OPERE PROVVISORIALI .....	57
	ARTICOLO 39. MALTE QUALITÀ E COMPOSIZIONE .....	58
	ARTICOLO 40. MALTE E CONGLOMERATI .....	59
<b>D.</b>	<b>MURATURE E STRUTTURE VERTICALI.....</b>	<b>61</b>
	ARTICOLO 41. MURATURE IN GENERE.....	61
	ARTICOLO 42. MURATURE DI PIETRE CON MALTA.....	62

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

ARTICOLO 43. PARAMENTI PER LE STRUTTURE DI PIETRAMME .....	63
ARTICOLO 44. MURATURE DI MATTONI .....	64
ARTICOLO 45. PARETI DI UNA TESTA ED UN FOGLIO CON MATTONI PIENI E FORATI .....	65
ARTICOLO 46. MURATURE MISTE .....	65
ARTICOLO 47. MURATURE MISTE DI RIVESTIMENTO .....	66
ARTICOLO 48. INTEGRAZIONE E RIPRISTINO DELLE MURATURE .....	66
ARTICOLO 49. SARCITURA DELLE MURATURE MEDIANTE SOSTITUZIONE PARZIALE DEL MATERIALE TECNICA DEL CUCI E SCUCI.....	67
ARTICOLO 50. FISSAGGIO DEI PARAMETRI ORIGINALI.....	67
ARTICOLO 51. SIGILLATURA DELLE TESTE DEI MURI .....	68
ARTICOLO 52. RISTILATURE DI PARAMENTI MURALI.....	68
ARTICOLO 53. RIMOZIONE DI STUCCATURE INIDONEE. ....	68
ARTICOLO 54. CONSOLIDAMENTO MURATURE - GENERALITÀ .....	69
ARTICOLO 55. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI A BASE DI MISCELE LEGANTI.....	69
ARTICOLO 56. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI ARMATE RETICOLO CEMENTIZIO .....	70
<b>E. IMPERMEABILIZZAZIONI .....</b>	<b>71</b>
ARTICOLO 57. GENERALITÀ.....	71
ARTICOLO 58. IMPERMEABILIZZAZIONE CON MANTI PREFABBRICATI (BITUME/POLIMERO) .....	71
<b>F. DISPOSITIVI PER L'ELIMINAZIONE IN MURATURE A CONTATTO CON IL TERRENO DEI FENOMENI DI ASSORBIMENTO DI ACQUA .....</b>	<b>72</b>
ARTICOLO 59. GEOCOMPOSITO DRENANTE .....	72
ARTICOLO 60. GEOGRIGLIA MONODIREZIONALE AD ALTA RESISTENZA .....	73
ARTICOLO 61. TUBI DRENANTI PER DRENAGGI SUB ORIZZONTALI IN TRAFORO .....	74
ARTICOLO 62. CANALETTE A "U" IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATO .....	74
<b>G. TRATTAMENTI CONSERVATIVI.....</b>	<b>76</b>
ARTICOLO 63. PULITURA DI MANUFATTI EDILI IN GENERE .....	76
ARTICOLO 64. BONIFICA DALLA VEGETAZIONE E DAGLI ATTACCHI BIOLOGICI .....	77
ARTICOLO 65. METODI PER LA PULIZIA DI EDIFICI MONUMENTALI .....	79
ARTICOLO 66. IMPREGNAZIONE DI MANUFATTI EDILI .....	82
ARTICOLO 67. OPERAZIONI DI PULITURA DI SUPERFICI LAPIDEE.....	83
ARTICOLO 68. PRECONSOLIDAMENTO DI SUPERFICI LAPIDEE .....	95
ARTICOLO 69. CONSOLIDAMENTO CORTICALE DI MANUFATTI EDILI.....	95
ARTICOLO 70. STUCCATURA E INTEGRAZIONE DEI MATERIALI LIPIDEI .....	96
ARTICOLO 71. IDROFOBIZZAZIONE DI MANUFATTI EDILI .....	99
<b>H. RESTAURO DI INTONACI, STUCCHI, PITTURE MURALI .....</b>	<b>100</b>
ARTICOLO 72. RIFACIMENTO DI INTONACI .....	100
ARTICOLO 73. PULITURA DI INTONACI E SUPERFICI PITTORICHE .....	101
ARTICOLO 74. STUCCATURE E MICROSTUCCATURE .....	102
<b>I. PAVIMENTI E RIVESTIMENTI.....</b>	<b>103</b>
ARTICOLO 75. PAVIMENTI .....	103
ARTICOLO 76. CALCESTRUZZO ARCHITETTONICO EFFETTO LAVATO .....	105
ARTICOLO 77. RIVESTIMENTI.....	106
<b>J. INTONACI E DECORAZIONI .....</b>	<b>107</b>
ARTICOLO 78. INTONACI.....	107

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

<b>K.</b>	<b>TUBAZIONI.....</b>	<b>107</b>
	ARTICOLO 79. GENERALITÀ.....	108
	TUBAZIONI IN GENERE .....	108
<b>L.</b>	<b>POZZETTI E CHIUSINI .....</b>	<b>109</b>
	ARTICOLO 80. POZZETTI D'ISPEZIOE IN CLS – NORME GENERALI .....	109
	ARTICOLO 81. CHIUSINO D'ISPEZIONE D 400 IN GHISA SFEROIDALE A TELAIO CIRCOLARE.....	110
<b>M.</b>	<b>DRENAGGI .....</b>	<b>111</b>
	ARTICOLO 82. TRINCEE DRENANTI.....	111
<b>N.</b>	<b>OPERE IN LEGNO .....</b>	<b>111</b>
	ARTICOLO 83. OPERE DA CARPENTIERE.....	111
	ARICOLO 84. TRATTAMENTI CONSERVATIVI DI STRUTTURE E MANUFATTI IN LEGNO .....	112
<b>O.</b>	<b>OPERE IN FERRO .....</b>	<b>113</b>
	ARTICOLO 85. NORME GENERALI E PARTICOLARI.....	113
	ARTICOLO 86. STRUTTURE IN ACCIAIO .....	114
	ARTICOLO 87. ACCIAIO CON ELEMENTI IN LEGA RESISTENTE ALLA CORROSIONE ATMOSFERICA .....	117
	(COR-TEN).....	117
	ARTICOLO 88. PULITURA E TRATTAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI .....	118
<b>P.</b>	<b>OPERE DA PITTORE .....</b>	<b>118</b>
	ARTICOLO 89. NORME GENERALI .....	118
	ARTICOLO 90. ESECUZIONI PARTICOLARI .....	119
<b>Q.</b>	<b>COLLOCAMENTO IN OPERA .....</b>	<b>119</b>
	ARTICOLO 91. NORME GENERALI .....	119
	ARTICOLO 92. COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN LEGNO .....	120
	ARTICOLO 93. COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN FERRO.....	120
	ARTICOLO 94. COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN MARMO E PIETRE.....	121
	ARTICOLO 95. COLLOCAMENTO DI POZZETTI ISPEZIONABILI IN CLS .....	121
	ARTICOLO 96. COLLOCAMENTO DI MANUFATTI VARI APPARECCHI E MATERIALI FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE .....	122
	ARTICOLO 97. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....	122
	ARTICOLO 98. ORDINE DI SERVIZIO.....	123

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**A. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

**Articolo 1.**

**QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali forniti dall'appaltatore devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità. Devono essere messi in opera solo dietro l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di controversia, si procede ai sensi dell'art. 164 del regolamento generale DPR. 207/10. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali deperiti dopo la introduzione in cantiere e che, per qualsiasi causa, non presentassero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; l'appaltatore deve rimuovere dal cantiere i materiali non accettati dalla D.L. e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

L'Appaltatore potrà rifornirsi dei materiali occorrenti per la realizzazione dei lavori di restauro nella località che riterrà di sua convenienza purché a insindacabile giudizio della Direzione dei lavori e degli organi di controllo preposti alla tutela del patrimonio artistico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità e compatibili con i materiali preesistenti nei manufatti da restaurare.

L'Appaltatore sarà pertanto obbligato, in qualsiasi momento, a eseguire o a fare eseguire, presso gli stabilimenti di produzione o laboratori e istituti autorizzati, tutte le prove indicate nel presente Capitolato, ovvero ordinate dalla Direzione dei lavori, sui materiali esistenti, su quelli impiegati o da impiegarsi (sia per quelli preconfezionati o confezionati nel corso dei lavori o preesistenti) ed, in genere, su tutte le forniture previste dall'appalto.

In particolare, prima di eseguire qualsiasi intervento sui manufatti da restaurare, se gli elaborati di progetto lo prevedono, sarà cura dell'Appaltatore:

- -determinare lo stato di conservazione dei manufatti;
- -individuare l'insieme delle condizioni ambientali e climatiche cui è esposto il manufatto;
- -individuare le cause e i meccanismi di alterazione;
- -controllare l'efficacia, la validità e la sicurezza dei metodi d'intervento mediante analisi di laboratorio da effettuare secondo le normative UNI e le raccomandazioni NORMAL pubblicate dalle commissioni istituite e recepite dal DM Beni Culturali 11 novembre 1982, n.2093.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

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

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilità, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e fatte salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie e specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

### Articolo 2.

#### MATERIALI NATURALI DI CAVA

##### a) Acqua

Oltre ad essere dolce e limpida, dovrà, anche avere, un PH neutro ed una morbidezza non superiore al 2%. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), di aggressivi chimici e di inquinamenti organici o inorganici.

Tutte le acque naturali limpide (ad esclusione della sola acqua di mare) potranno essere usate per le lavorazioni. Le acque, invece, che provengono dagli scarichi industriali o civili poiché contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori, dovranno essere vietate per qualsiasi tipo di utilizzo.

Per quanto riguarda le acque torbide, le sostanze in sospensione non dovranno superare il limite di 2 gr/lt.

Per le lavorazioni che prevedono l'utilizzo di acqua demineralizzata sarà obbligo dell'appaltatore la sua fornitura in cantiere in idonei contenitori.

##### b) Sabbia

La sabbia naturale o artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica o calcarea, non solo dovrà essere priva di sostanze inquinanti ma anche possedere una granulometria omogenea (setaccio 2 UNI 2332) e provenire da rocce con alte resistenze meccaniche.

La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata onde eliminare qualsiasi sostanza nociva.

##### c) Sabbia per murature ed intonaci

Dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari dal diametro di mm. 2 per murature in genere e dal diametro di mm. 1 per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio (setaccio 2-1 UNI 2332). È facoltà dell'appaltante ordinare all'appaltatore una granulometria ben definita per l'ottenimento di veli d'intonaco identici a quelli originali.

##### d) Sabbie per conglomerati

Dovranno corrispondere a requisiti del D.M. 03.06.1968, all.1 punto 2 e al D.M. 14.02.1992.

I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 e 5 mm. (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera (UNI 85230).

Per il confezionamento di calcestruzzi e di malte potranno essere usati sia materiali lapidei con massa volumica compresa fra i valori di 2.100 e 2.990 kg/mc sia aggregati leggeri aventi massa volumica inferiore a 1.700 kg/mc.

Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbie marine.

##### e) Rinforzanti per resine

Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla D.L. La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere, un tasso di umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla D.L., le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

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%.

Le polveri (silice ventilata - silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie in un quantitativo di circa il 10-15% in peso.

In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto non tessuto e fiocchi di nylon. In particolare la D.L. e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche dei rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

### **f) Ghiaia e pietrisco**

Le ghiaie, prodotte dalla frantumazione naturale delle rocce o di materiali analoghi ottenuti per frantumazione artificiale di ciotoli o blocchi di roccia, dovranno avere i seguenti requisiti:

- buona resistenza alla compressione;
- bassa porosità in modo che sia assicurato un basso coefficiente di imbibizione;
- assenza dei composti idrosolubili (es. gesso);
- assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico in quanto tali materiali impediscono agli impasti di calce e cemento di aderire alla superficie degli aggregati inerti.

Per il controllo granulometrico sarà obbligo dell'Appaltatore approvvigionare e mettere a disposizione della D.L. i crivelli UNI 2334.

### **g) Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi**

La dimensione dei granuli degli aggregati dovrà essere prescritta dalla D.L. in base alla destinazione d'uso e alle modalità d'applicazione.

Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal D.M.14.02.1992 e dalla norma UNI 7466-1-2-3/75.

### **h) Pomice, argilla espansa ed altri inerti leggeri**

Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto, essere asciutti ed esenti da alterazioni, polveri, sostanze organiche e materiali estranei (UNI 7549/1-12/76). Se utilizzati per miscele strutturali dovranno possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mmq.

È facoltà dell'Ente appaltante ordinare una granulometria diversa di quella descritta in progetto se la D.L. lo richiederà in corso d'opera.

### **i) Pietre naturali e marmi**

Le pietre naturali da impiegare per la muratura o per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere di grana compatta ed esenti da piani di sfaldamento, screpolature, venature ed inclusioni di sostanze estranee; inoltre, dovranno avere dimensioni adatte al particolare tipo di impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui dovranno essere sottoposte e possedere un'efficace capacità di adesione alle malte.

Il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai superare il 20% del rispettivo carico di rottura. Saranno escluse, salvo specifiche prescrizioni, le pietre gessose ed in generale tutte quelle che potrebbero subire alterazioni per l'azione degli agenti atmosferici o dell'acqua corrente.

La materia riguardante le pietre naturali è disciplinata dal R.D. del 16.11.1939 n. 2232 (G.U. n. 92/1940).

### **j) Pietre da taglio**

Oltre a possedere i requisiti delle pietre naturali, dovranno essere sonore alla percussione, prive di fenditure e litoclasti e possedere una perfetta lavorabilità.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Per le opere a "faccia a vista" sarà vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce.

Inoltre dovranno avere buona resistenza a compressione, resistenza a flessione, tenacità (resistenza agli urti), capacità di resistenza agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, lavorabilità (attitudine ad essere trasformate in blocchi quadrati, in lastre, colonne, capitelli, cornici) e lucidabilità.

### **k) Lastre per tetti, per cornicioni e simili**

Saranno preferibilmente costituite da rocce impermeabili (poco porose), durevoli ed inattaccabili al gelo, che si possano facilmente trasformare in lastre sottili (scisti, lavagne).

### **l) Lastre per interni**

Dovranno essere costituite preferibilmente da pietre perfette, lavorabili, trasformabili in lastre, lucidabili, tenaci e resistenti all'usura.

Per il pezzame " a bollettonato " si dovrà valutare il coefficiente di usura secondo l'Art. 5 del R.D. 2234 del 16.11.1939.

### **m) Tufi**

Dovranno possedere una struttura litoide, solida ed omogenea.

La loro massa non dovrà essere inferiore a 1600 Kg/mc. e la resistenza a compressione a 35 Kgf/cm<sup>2</sup> (a secco) e a 25 Kgf/cm<sup>2</sup> (bagnato). Sarà vietato l'utilizzo di tufi friabili o a base di pomice.

### **n) Marmi**

Dovranno essere della migliore qualità, privi di scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi o altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture e scheggiature.

## **Articolo 3.**

### **CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, LEGANTI IDRAULICI SPECIALI E LEGANTI SINTETICI**

#### *Modalità di fornitura e conservazione.*

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

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

#### **a) CALCI AEREE**

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

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;
- calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5%;
- calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue in:
  - fiore di calce quando il contenuto minimo degli idrossidi calcio magnesio non è inferiore al 91%;



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

- calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo degli idrossidi non è inferiore all'82%.

In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e d'impurità non dovrà superare il 6% e l'umidità il 3%.

Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con vagli aventi fori di 0,18 mm. e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce ed il 2% nella calce idratata costruzione; se, invece, si utilizza un setaccio da 0,09 mm. la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% per la calce idrata da costruzione.

Quest'ultima dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

### **b) LEGANTI IDRAULICI**

I cementi e le calce idrauliche dovranno possedere le caratteristiche d'impiego stabilite dalla legge n. 595 del 26 maggio 1965 e del D.M. del 31 agosto 1972; invece, le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. del 3 giugno 1968 e dal D.M. 20.11.1984.

### POZZOLANE

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

### GESSI PER L'EDILIZIA

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

I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto.

L'immagazzinaggio dovrà essere effettuato con tutti gli accorgimenti atti ad evitare il degrado per umidità.

### LEGANTI IDRAULICI SPECIALI

#### *Cementi a presa rapida*

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

#### *Cementi privi di ritiro*

Costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:

- assenza di ritiro sia in fase plastica che in fase d'indurimento (UNI 6555- 73);
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm.;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123/72);
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (UNI 10020/72);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI 6132/72, 6235/72, 6556).

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

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

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

### **LEGANTI SINTETICI - RESINE**

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

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

In presenza di manufatti di particolare valore storico-artistico sarà vietato, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto, in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative o di specifiche garanzie da parte della ditta produttrice sull'effettiva irreversibilità dell'indurimento ed in mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, utilizzare prodotti di sintesi chimica.

Le caratteristiche dei suddetti prodotti saranno conformi alle norme UNICHIM, mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL.

In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base al loro impiego saranno le seguenti:

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

### **RESINE EPOSSIDICHE**

Potranno essere del tipo solido o fluido. In combinazione con appositi indurenti che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscelate con riempitivi, solventi e addensanti, solo dietro approvazione del Direttore dei lavori per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. I trattamenti superficiali, che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti, dovranno essere previsti in progetto e concordati con la Direzione dei lavori. Per le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici si dovrà far riferimento alle norme UNI e UNICHIM;

### **RESINE POLIESTERE**

Potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie. Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche. Per le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici si dovrà far riferimento alle norme UNI e UNICHIM;

### **RESINE ACRILICHE**

Formulate per ottenere rivestimenti protettivi con ottime caratteristiche di adesione, di resistenza all'usura

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

e agli agenti atmosferici, le resine acriliche dovranno essere antiriflesso, antiscivolo ed elastiche. Potranno essere utilizzate come protettivi anticarbonatazione nelle strutture di cemento armato oppure come consolidanti e adesivi. Per evitare problemi di polimerizzazione sarà necessario applicare per ogni strato il quantitativo di materiale indicato dal produttore. Il prodotto non dovrà essere applicato in zone con ristagno d'acqua e l'indurimento completo dovrà avvenire entro 7 giorni.

### **Articolo 4. LATERIZI**

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939, n. 2233, e Decreto Ministeriale 27.07.1985 all. 7, ed alle norme UNI vigenti.

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti dall'uso locale), di modello costante, presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla normativa UNI 5632-65.

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno Kg. 16 per centimetro quadrato di superficie totale premuta (UNI 5631-65; 2105-07).

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a mm. 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a Kg. 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di Kg. 1 cadente dall'altezza di cm. 20. Sotto un carico di mm. 50 d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili (UNI 2619-20-21-22).

Le tegole piane infine non devono presentare difetto alcuno nel nasello.

### **Articolo 5. MATERIALI FERROSI**

#### **a) Materiali ferrosi**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, trafilature, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal R.D. 15 07.1925 e dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, seconda della loro quantità, i seguenti requisiti:

#### **1. Ferro**

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

#### **2. Acciaio trafilato o laminato**

Le strutture in carpenteria metallica dovranno essere realizzate in acciaio al carbonio. L'acciaio dovrà appartenere alla categoria S235 o superiore, ed avere caratteristiche meccaniche conformi a quanto stabilito nelle D.M. 14.01.2008 al punto 11.3.4.1 tab. 11.3.IX

I profili commerciali, piatti, lamiere etc, dovranno avere caratteristiche dimensionali e dovranno essere state prodotte secondo le seguenti norme, in relazione al tipo

- per i profilati HE (UNI 5397-78),
- per i profilati IPE (UNI 5398-78)
- per i profilati UPN (UNI EU 54 e UNI 5680-73)

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

- per i profilati L ad ali uguali (UNI EU 66):
- per i profilati L ad ali disuguali (UNI EU 57)
- per i tondi (UNI EU 60)
- per i quadri (UNI EU 59)
- per i piatti (UNI EU 58)
- per i larghi piatti (UNI EU 91)
- per i tubi senza saldatura (UNI EN 10210);
- per i tubi saldati; (UNI EN 10219-1).

Ogni fornitura dovrà essere corredata dalla seguente documentazione:

- documento di trasporto (DDT) con la data di spedizione il destinatario ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio e al destinatario.
- dichiarazione di conformità CE rilasciata dal produttore riportante almeno le seguenti indicazioni:
  - A.** dati del costruttore e del legale rappresentante
  - B.** nome dell'azienda produttrice
  - C.** dati descrizioni generale del prodotto
  - D.** indirizzo dello stabilimento
  - E.** norme e direttive a cui il prodotto è conforme
  - F.** data e firma autografa di chi la sottoscrive
- certificazione del Controllo del processo di Fabbrica rilasciato da un organismo notificato

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 al punto 11.3.4.11.3.

*Saldature*

La saldatura degli elementi in acciaio sarà del tipo manuale ad arco con elettrodi rivestiti; secondo UNI EN ISO 4063: 2001 È ammesso l'uso di procedimenti diversi perché corredata da adeguata documentazione teorica e sperimentale

*Bulloneria*

I bulloni da impiegare per l'assemblaggio delle strutture metalliche dovranno essere conformi alle caratteristiche dimensionali riportate nelle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592 1968 dovranno avere caratteristiche meccaniche conformi a quanto stabilito dalla norma UNI EN ISO 898-1:2001 in relazione alla classe di appartenenza specificata nel D.M.14.01.2008 punto 11.3.4.6.1 Tabella 11.3.XII.b

I dadi di serraggio saranno accoppiati ai bulloni secondo le specifiche di cui alla tabella 11.3.XII.a del citato D.M.

*Zincatura*

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

I profilati e le strutture metalliche in genere andranno protette mediante trattamento di protezione contro la corrosione mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 450 °C previo decapaggio, lavaggio, ecc. e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito secondo norma UNI EN ISO 1461.

### 3. Acciaio per strutture in cemento armato

L'acciaio per cemento armato sia esso liscio o ad aderenza migliorata dovrà essere rispondente alle caratteristiche richieste dal D.M. 14/01/2008 al punto 11.3.2.11. Dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati (UNI EN 10080-2005).

### 4. Reti in acciaio elettrosaldato

Le reti di tipo normale dovranno avere diametri compresi fra 4 e 12 mm e, se previsto, essere zincate in opera; Tutte le reti elettrosaldate da utilizzare in strutture di cemento armato avranno le caratteristiche richieste dal citato D.M. 14.01.2008 al punto 11.3.2.5

### 5. Acciaio inossidabile

L'acciaio inossidabile dovrà essere di natura austenitica o austeno-ferritica (classi AISI 304 o AISI316) purché le caratteristiche meccaniche siano conformi a quanto stabilito dal D.M.14.01.2008 al punto 11.3.2.1. con l'avvertenza di sostituire il termine  $f_t$  della tabella 11.3.Ia, il termine  $f_{t,7\%}$  ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento percentuale  $A_{gt}=7\%$ .

La saldabilità di questo tipo di acciai andrà documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 DPR n.380/2001, effettuato secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da effettuare in officina in cantiere, previsti dal produttore.

### 6. Acciaio Cor-Ten

L'acciaio Cor-Ten viene normalmente fornito allo stato greggio di laminazione sotto forma prevalente di lamiera. Le caratteristiche dei prodotti Cor-Ten devono presen

Cor-Ten A: la composizione chimica del tipo A, comunemente denominato "al fosforo", conferisce a questo tipo di acciaio una resistenza all'attacco degli agenti atmosferici da cinque ea otto volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio.

Cor-Ten B: la composizione chimica del tipo B, comunemente denominato "al vanadio", è caratterizzato da una composizione chimica che permette di mantenere elevate caratteristiche meccaniche anche in forti spessori. La resistenza alla corrosione atmosferica è di circa quattro volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio.

Cor-Ten C: presenta una resistenza meccanica notevolmente superiore agli altri due tipi (A e B9, pur conservando caratteristiche di resistenza alla corrosione atmosferica di circa quattro volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio.

La norma EN 10025-5 definisce le caratteristiche meccaniche e chimiche degli acciai.

Per lavorazioni particolarmente severe (doppie piegature - piegature con asse mandrino parallelo alla direzione di laminazione ecc.) si suggerisce l'impiego, ove possibile, di materiale normalizzato. Per tutte le altre lavorazioni vale quanto già noto per gli acciai al carbonio di pari resistenza.

La piegatura del cor-ten può essere effettuata a freddo fino a spessori di 12.50 mm con le prescrizioni dei minimi raggi di curvatura.

Per la formatura a caldo dovrà essere normalmente effettuata scegliendo un intervallo di temperatura compreso tra 800°C e 1050°C.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Il raffreddamento conseguente una corretta formatura non produce apprezzabili indurimenti del materiale e pertanto non sono richiesti trattamenti termici finali. L'acciaio può essere agevolmente saldato in tutti gli spessori e con i più comuni metodi di saldatura quali:

- arco con elettrodi rivestiti
- arco sommerso
- arco sotto gas protettivo

Per la qualità A è consigliabile l'impiego di elettrodi basici per la saldatura ad arco con elettrodi rivestiti ove si richiede particolare resistenza meccanica alla saldatura e in modo speciale negli spessori più elevati.

Per la qualità B è consigliabile l'impiego di elettrodi basici nel caso di saldatura ad arco con elettrodi rivestiti; ove si effettui la saldatura in arco sommerso o in atmosfera di gas inerte possono essere usate le stesse combinazioni filo-flusso e gli stessi gas protettivi adottati per i comuni acciai strutturali al carbonio di resistenza equivalente.

È sempre richiesto per gli elettrodi e per il flusso un accurato grado di essiccamento.

### **b) Metalli vari**

Il piombo (UNI 3165, 6450, 7043), lo zinco (UNI 2013 e 2014/74), lo stagno (UNI 3271 e 5539), il rame (UNI 5649) l'alluminio (UNIC.D.U. 669/71) l'alluminio anodizzato (UNI 4222/66) e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

## **Articolo 6.**

### **LEGNAMI**

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza esse siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912 ed alle norme UNI vigenti, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. (UNI 8198)

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, ammenochè non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alborno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti (UNI per porte 2997/99, 3000/04, 3193/3209; per finestre 2817/30, 2972/93, persiane e cassonetti 2825/33 2990/94).

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza nè il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alborno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alborno nè smussi di sorta.

I pannelli in fibre di legno saranno uniformi alla UNI 2088/89 e 5062P, i pannelli in particellato di legno alla UNI 4866/67 e le lastre di agglomerato ligneo alla UNI 2087.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

I legnami per pavimentazione siano essi listoni (UNI 4773) che tavolette (UNI4374) dovranno essere perfettamente stagionati, ben piallati, privi di nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

### Articolo 7.

#### MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI E RIVESTIMENTI

Le piastrelle di argilla, le mattonelle e le marmette di cemento, le mattonelle greificate, le lastre e i quadrelli di marmo, le granaglie e tutti gli inerti per pavimentazioni a getto, dovranno corrispondere oltre che alle specifiche prescrizioni relative ai materiali di appartenenza, anche, alle norme di accettazione di cui al R. decreto del 16 novembre 1939 n. 2234; i prodotti ceramici per pavimentazione e rivestimenti saranno conformi alle rispettive norme UNI. In dettaglio avranno le seguenti caratteristiche:

#### **a) Prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni**

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni. si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiali lapideo(senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., vedere la norma UNI 9379.

a) I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze aspetto. ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte);

b) le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

c) Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

### Articolo 8.

#### COLORI E VERNICI

#### *Generalità*

L'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente colori e vernici di recente produzione, provenienti da recipienti sigillati, recanti il nome del produttore, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e la data di scadenza. Dovrà aprire i recipienti in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

I prodotti vernicianti dovranno risultare esenti da fenomeni di sedimentazione, di addensamento o da qualsiasi altro difetto, assolvere le funzioni di protezione e di decorazione, impedire il degrado del supporto proteggendolo dagli agenti atmosferici, dall'inquinamento, dagli attacchi dei microorganismi, conferire alle superfici l'aspetto stabilito dagli elaboratori di progetto ed, infine, mantenere tali proprietà nel tempo.

Le loro caratteristiche saranno quelle stabilite dalle norme UNI 4656 contrassegnate dalla sigla UNI/EDL dal n. 8752 al n. 8758 e le prove tecnologiche, che dovranno essere effettuate prima dell'applicazione, saranno regolate dalle norme UNICHIM M.U. (1984) n. 443-45, 465-66, 517,524-25, 562-63,566, 570-71, 583, 591, 599, 602, 609-11, 619.

Le cariche e i pigmenti contenuti nei prodotti vernicianti dovranno colorare in modo omogeneo il supporto, livellarne le irregolarità, proteggerlo dagli agenti corrosivi e conferirgli l'effetto cromatico richiesto.

L'Appaltatore dovrà impiegare solventi e diluenti consigliati dal produttore delle vernici o richieste dalla D.L. che dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalle norme UNICHIM, foglio d'informazione n. 1-1972. Il rapporto di diluizione (tranne che per i prodotti pronti all'uso) sarà fissato in concordanza con la D.L..

I leganti dovranno essere formati da sostanze (chimiche o minerali) atte ad assicurare ai prodotti vernicianti le caratteristiche stabilite, in base alla classe di appartenenza, dalle norme UNI. In presenza di manufatti di particolare valore storico-artistico, sarà fatto divieto all'Appaltatore di utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una precedente specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

### **Minio**

Sia di piombo che di alluminio dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né contenere oltre il 10% di sostanze (solfato di bario ecc.).

### **Latte di calce**

Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra. Per aumentare la durabilità della tinta (ad esempio pareti particolarmente esposte agli agenti atmosferici) si potrà aggiungere polvere di marmo finissima sino a una percentuale del 30%.

### **Pitture ai silicati**

Sono costituite da un legante a base di silicato di potassio, di silicato di sodio o da una miscela dei due e da pigmenti esclusivamente inorganici (ossidi di ferro). Il loro processo di essiccazione si svilupperà dapprima attraverso una fase fisica di evaporazione e, successivamente, attraverso una fase chimica in cui si verificherà un assorbimento d'acqua dall'ambiente circostante che produrrà reazioni all'interno dello strato fra la pittura e l'intonaco del supporto. Il silicato di potassio da un lato reagirà con l'anidride carbonica e con l'acqua presente nell'atmosfera dando origine a polisilicati complessi e, dall'altro, reagirà con il carbonato dell'intonaco del supporto formando silicati di calcio.

Le pitture ai silicati dovranno assicurare un legame chimico stabile con l'intonaco sottostante che eviti fenomeni di disfacimento in sfoglie del film coprente, permettere la traspirazione del supporto senza produrre variazioni superiori al 5-10%, contenere resine sintetiche in quantità inferiore al 2-4% ed, infine, risultare sufficientemente resistente ai raggi UV., alle muffe, ai solventi, ai microorganismi ed, in genere, alle sostanze inquinanti.

### **a) ..... A**

#### **ntiruggine, anticorrosivi e pitture speciali**

Le caratteristiche delle pitture speciali si diversificheranno in relazione al tipo di protezione che si dovrà effettuare e alla natura dei supporti su cui applicarle.

L'Appaltatore dovrà utilizzare la pittura richiesta dalla D.L. che dovrà essergli fornita in confezioni perfettamente sigillate applicandola conformemente alle istruzioni fornite dal produttore.

I requisiti saranno quelli stabiliti dalla specifica normativa UNICHIM (manuale 135) nel rispetto del rischio ambientale.

#### **Vernici sintetiche**

Composte da resine sintetiche (acriliche, oloalchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) dovranno possedere requisiti di perfetta trasparenza, luminosità e stabilità



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

alla luce, fornire le prestazioni richieste per il tipo di applicazione da eseguire ed, infine, possedere le caratteristiche tecniche e decorative richieste.

Dovranno essere fornite nelle confezioni originali sigillate, di recente preparazione e, una volta applicate, dovranno assicurare ottima adesività, assenza di grumi, resistenza all'abrasione, capacità di mantenersi il più possibile inalterate ed essiccazione omogenea da effettuarsi in assenza di polvere.

### **Smalti**

Composti da resine sintetiche o naturali, opportuni pigmenti, cariche minerali ed ossidi vari prendono nome dai loro leganti (alchidici, fenolici, epossidici, ecc.).

Dovranno possedere spiccato potere coprente, facilità di applicazione, luminosità, resistenza agli urti e risultare privi di macchie.

## **Articolo 9.**

### **MATERIALI PER DRENAGGI**

#### **a) tubi drenanti microfessurati in polietilene ad alta densità (HDPE)**

Tubo microfessurato per drenaggio corrugato esternamente e liscio internamente tipo Greendrain, in polietilene ad alta densità (HDPE) ad alta resistenza alla compressione e ad elevate capacità di smaltimento idrico anche a bassi gradienti idraulici con fessure sulla circonferenza aventi larghezza di 2 mm e lunghezza variabile in relazione al diametro nominale. Il tubo microfessurato è realizzato in HDPE colorato stabilizzato ai raggi U.V., da utilizzarsi in installazioni sotterranee ove viene posato per captare l'acqua proveniente da involucro esterno formato da membrana in geocomposito drenante.

Il tubo microfessurato dovrà avere una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 300 N con deformazione del diametro interno pari al 5% (campioni da 200 mm), con riferimento alla norma EN 50086-2-4 ed. 01/95, var. A1 ed. 08/01.

#### **b) tessuto geotessile**

Tessuto geotessile non tessuto termosaldato a filo continuo incrociato in polipropilene per usi filtranti: deve impedire il progressivo intasamento della trincea isolandola dal terreno circostante. Dovrà essere fornito in rotoli aventi larghezze di 1,5 e 2 metri e dovrà garantire totale inerzia chimica, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di microrganismi, alta resistenza meccanica, inattaccabile dai roditori, insensibilità agli agenti atmosferici, stabilità ai raggi U.V.

L'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. il materiale che intenderà porre in opera specificando lo spessore, il peso, il carico di rottura, l'allungamento a rottura, la permeabilità. In relazione ai carichi e alle condizioni del sottofondo la D.L. stabilirà le caratteristiche delle giunzioni che potranno essere eseguite mediante sovrapposizione, cucitura, aggrappatura o incollaggio.

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle prove di laboratorio effettuate su ogni lotto di produzione. Ogni rotolo dovrà essere corredato di una etichetta riportante il nome del fabbricatore, il tipo di prodotto, la numerazione del lotto e del rotolo e la data di fabbricazione.

#### **c) geocomposito drenante tipo Enkadrain ST**

Geocomposito drenante, avente funzioni di drenaggio e filtrazione delle acque e marcato CE per le applicazioni tecniche previste dalle Norme EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13257, EN 13265, dovrà essere costituito da un nucleo drenante tridimensionale realizzato in filamenti aggrovigliati di poliammide6, racchiuso da due non-tessuti filtranti termosaldati realizzati in filamenti di poliestere rivestiti di poliammide. I tre componenti saranno saldati a caldo su tutta la superficie e ognuno dei due non-tessuti dovrà debordare da un lato, rispetto il nucleo drenante, per almeno 10 cm in modo da permettere le giunzioni di pannelli adiacenti.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Il geocomposito dovrà avere un trasmissività a 20 kPa, con gradiente idraulico 1, non inferiore a 3,20 l/(s m) e a 50kPa non inferiore a 1,18 l/sm con pressione applicata tra una membrana rigida e una flessibile al fine di simulare il comportamento del geocomposito interrato (norma EN ISO 12958 opzione R/F).

I due non-tessuti filtranti di tipo termosaldato dovranno essere costituiti da filamenti di poliestere rivestiti da una pellicola di poliammide.

Il geocomposito drenante dovrà avere una resistenza a trazione longitudinale e trasversale non inferiore a 15,6 kN/m (norma EN ISO 10319), un allungamento a rottura in direzione longitudinale e trasversale non superiore al 33%, (EN ISO 10319), una resistenza al punzonamento dinamico non superiore a 12 mm (EN ISO 13433), una resistenza al punzonamento statico non inferiore a 1,6 kN (EN ISO 12236), un diametro di filtrazione O90 non superiore a 160 micron (norma EN ISO 12956), un valore della permeabilità all'acqua non inferiore a 160 mm/s (EN ISO 11058).

Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

### **d) geocomposito drenante tipo Enkadrain 5004C/T110 PP**

Geocomposito drenante, avente funzioni di drenaggio e filtrazione delle acque e marcato CE per le applicazioni tecniche previste dalle Norme EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13257, EN 13265, dovrà essere costituito da un nucleo drenante tridimensionale, lavorato termicamente in modo da conferirgli una configurazione a v particolarmente efficace a resistere alle pressioni di confinamento esercitate dal terreno di rinterro, racchiuso da due non-tessuti filtranti termosaldati.

Al fine di ottimizzare i tempi di posa e ridurre gli sfridi si richiede che la larghezza dei rotoli forniti in cantiere sia non inferiore a 5,0 metri.

Il geocomposito dovrà avere un valore della trasmissività in verticale (gradiente idraulico  $i = 1$ ) a 50 kPa non inferiore a 1,0 l/sm (pari a 3600 l/hm) (norma EN ISO 12958 opzione R/F) e dopo 100 anni di esercizio il geocomposito dovrà avere un valore della trasmissività in verticale (gradiente idraulico  $i = 1$ ) a 50 kPa non inferiore a 0,8 l/sm (pari a 2880 l/hm) e a 100 kPa non inferiore a 0,6 l/sm (pari a 2.160 l/hm) con modalità di prova condotta in conformità della norma EN ISO 12958 opzione R/F long term creep test.

Il geocomposito drenante dovrà avere una resistenza a trazione longitudinale e trasversale non inferiore a 14 kN/m (EN ISO 10319), una resistenza al punzonamento dinamico non superiore a 15 mm (EN ISO 13433), una resistenza al punzonamento statico non inferiore a 1,0 kN (EN ISO 12236), un diametro di filtrazione O90 non superiore a 140 micron (EN ISO 12956).

Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

## **Articolo 10.**

### **ADDITIVI**

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

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

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

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

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

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

..... fluidificanti su malta  
..... fluidificanti su calcestruzzi >  
..... superfluidificanti su malta >  
.....superfluidificanti su calcestruzzi > 10%

**Articolo 11.**

**PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONI**

**a) Manti prefabbricati (bitume/polimero)**

Costituiti da bitume, mastici bitumosi e supporti vari in fibre di vetro, di amianto e di altri materiali sintetici (normali o rinforzati) saranno impiegati in teli aventi lo spessore (variabile in base al tipo di applicazione) prescritto dagli elaborati di progetto; essi dovranno possedere i requisiti richiesti dalle norme UNI 4137 (bitumi) e UNI 6825-71 (supporti e metodi di prova).

Oltre al bitume, se prescritto, dovranno anche contenere resine sintetiche o elastomeri.

I veli in fibre di vetro, anche se ricoperti da uno strato di bitume, dovranno possedere le caratteristiche prescritte dalle norme UNI 5302, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-40, 6718 e 6825.

Le proprietà tecnico-morfologiche delle guaine dovranno corrispondere a quelle stabilite dalle norme UNI 8629 parte 1 e UNI 8202.

La protezione della superficie esterna del manto, ove esso dovesse restare in vista, dovrà essere costituita da fogli di rame o di alluminio, scaglie d'ardesia, graniglia di marmo o di quarzo; questi materiali dovranno essere preparati in base a quanto prescritto dalle norme UNI 3838 (stabilità di forma a caldo, flessibilità, resistenza a trazione, impermeabilità all'acqua, contenuto di sostanze solubili di solfuro di carbonio).

Se il rivestimento di protezione sarà costituito da lamine metalliche dovrà avere uno spessore non inferiore a 8/10 mm., se, invece, sarà di alluminio o di rame il suo spessore non dovrà essere inferiore a 5/10 mm., se, infine, sarà in acciaio inossidabile esso non dovrà essere inferiore ai 18/10 mm.

**Articolo 12.**

**TUBAZIONI**

Le tubazioni avranno, in genere, le caratteristiche e le dimensioni indicate negli elaborati di progetto; le giunzioni dovranno essere eseguite con la tecnica più adatta mediante appositi giunti, manicotti o pezzi speciali in modo tale da evitare perdite qualunque sia il motivo che possa determinarle.

L'Appaltatore dovrà fissare le tubazioni non interrate con i sistemi consigliati dal produttore, previsti dagli elaborati di progetto o ordinati dal D.L. (staffe, cravatte, ecc.) in modo atto a garantire il loro saldo ancoraggio alle murature.

Collocherà le tubazioni interrate alla profondità prevista dagli elaborati di progetto con la pendenza più idonea al movimento dei fluidi che essi convogliano.

Proteggerà le tubazioni in metallo contro la corrosione ricorrendo ai sistemi che la D.L. riterrà più adatti al materiale che le costituisce (resine, bitumi ossidati, antiruggine, guaine, ecc.).

Tutte le tubazioni che convogliano fluidi o gas dovranno essere coibentate, schermate contro fenomeni di condensa e verniciate con le tinte stabilite dalla norma UNI 5634 al fine di renderle identificabili.

Sui tubi destinati al convogliamento delle acque potabili dovrà essere impressa una sigla o un'avvertenza che li renda distinguibili da quelli riservati ad altro utilizzo.

Le caratteristiche richieste per ogni tipo saranno le seguenti:

**a. Tubi di pvc rigido**

Formati per estrusione di mescole a base di cloruri di polivinile (stabilizzato e privo di additivi plastificanti), dovranno essere ben calibrati, di struttura omogenea, di colorazione uniforme, non deformati e resistenti alle alte temperature (70-95 °C).

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Le loro caratteristiche tecnologiche, la pressione nominale, i diametri e gli spessori, in relazione all'utilizzo, dovranno essere quelli prescritti dagli elaborati di progetto e dalle norme UNI 7441-48 e 7475.

I sistemi di giunzione, i raccordi, le curve ed i pezzi speciali avranno le caratteristiche richieste dalla norma UNI 7442 e 8453.

Se utilizzati per l'adduzione e la distribuzione delle acque in pressione dovranno avere le caratteristiche richieste dalla Circolare del Ministero della Sanità n. 125 del 18 luglio 1967.

**b. .... T**

### **ubi in PE 100 RC PN SDR 17**

Tubi realizzati con resine PE100-RC secondo i requisiti della Classe 3 della norma PAS 1075/2009: "Tubi in polietilene per tecniche d'installazione alternative – Dimensioni, requisiti tecnici e prove": ovvero conforme alla normativa DIN 8074/ISO 4065 con tubo interno in PE100-RC. I tubi, in barre da 6/12m di lunghezza utile o in rotoli, saranno esternamente di colore blu per acquedotto e verde per fognatura e dovranno riportare lungo due strisce sui lati opposti le seguenti informazioni:

- Nome e Marchio del produttore
- Tipo di materia prima: PE 100
- Dimensione nominale + SDR
- Pressione nominale
- PAS 1075/2009
- Data e turno di produzione.

### **c. Tubi in PP-HM**

Tubi con elevato Modulo Elastico per uso in ambiente fognario secondo DIN EN 476 e corrispondono alle richieste ai materiali DIN EN 1852-1 e DIN EN 681-1 con incastro in parete (di dimensione elevata) e incastro profondo per garantire la massima stabilità; tubi in barre 6/12 metri.

**d. .... T**

### **ubi di rame**

L'Appaltatore dovrà fornire esclusivamente tubi costituiti da rame Cu-DHP (UNI 5649 parte 1) a superficie (interna ed esterna) perfettamente liscia e priva di difetti.

Sui tubi, ad intervalli di 60 cm, deve essere visibile la punzonatura indicante il marchio, il nome del produttore, l'anno di fabbricazione ed il titolo di purezza del materiale. Il rivestimento dei tubi di rame sarà quello previsto dall'Art. 12 del DM 1052.

Le prove di accettazione per i tubi in rame saranno quelle previste dalla normativa UNI 6507.

Le giunzioni dovranno essere effettuate mediante manicotti, raccordi e pezzi speciali che, conformi alla norma UNI 8050/4-11, andranno posizionati nei tubi ben tagliati a squadra, calibrati e puliti.

I diametri e gli spessori, i sistemi di fissaggio e di curvatura saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L..

## **Articolo 13.**

### **SOSTANZE IMPREGNANTI**

#### **GENERALITÀ**

L'impregnazione dei materiali che costituiscono l'involucro esterno degli edifici, è una lavorazione tesa a prevenire il degrado operato da:

- un'azione fisica, che agisce mediante un continuo bombardamento di microparticelle presenti nell'atmosfera e spinte dai venti.

L'impregnante, in questo caso, dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici;

- un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, occasionale o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici. In questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.

La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi:

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

- rivestite con intonaci e coloriture realizzati nel corso dei lavori di restauro;
- rivestite con intonaci e coloriture preesistenti al restauro;
- prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace;
- prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa.

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

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

La scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione delle risultanze emerse a seguito delle diagnosi e delle indagini preliminari (vedi lo specifico articolo del presente Capitolato) che verranno, in ogni caso, condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL.

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

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

**Articolo 14.**

**IMPREGNANTI AD EFFETTO IDROFOBIZZANTE**

I prodotti da usare per l'idrofobizzazione dei materiali edili dovranno possedere le seguenti caratteristiche documentate da prove applicative e da analisi di laboratorio:

- basso peso molecolare ed elevato potere di penetrazione;
- resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;
- resistenza chimica in ambiente alcalino;
- assenza di effetti collaterali (produzione di sali);
- perfetta trasparenza ed inalterabilità del colore;
- traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%.

**1. Polimeri organici**

Dovranno possedere un'elevata resistenza agli alcali e dai raggi ultravioletti senza che venga diminuita la naturale predisposizione dei materiali edili alla diffusione dei vapori.

Dovendosi applicare sotto forma di emulsioni o di soluzioni acquose, avranno, generalmente, una scarsa capacità di penetrazione e potranno causare una sensibile variazione di colore ed un effetto traslucido sulle superfici.

Il loro utilizzo, quindi, su manufatti di particolare valore storico-artistico sarà vincolato ad una specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**2. Composti organici del silicio**

*Siliconati*

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

*Silani*

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

*Organo-silossani-polimeri*

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

*Organo-silossani-oligopolimeri*

Appartengono a questa categoria, i metil-etossi-silossani oligopolimeri che si presentano sotto forma di concentrati liquidi privi di solvente. La loro caratteristica più rilevante è l'elevata capacità di penetrazione che è funzione della particolare struttura chimica; infatti, riescono ad infiltrarsi all'interno dei capillari più sottili della pietra grazie ai loro particolari legami incrociati.

La capacità di penetrazione dei silossani oligopolimeri dovrà essere migliorata utilizzando, dietro apposita autorizzazione della D.L., solventi, nei quantitativi prescritti dal produttore, che trasportino la sostanza attiva all'interno della struttura da idrofobizzare.

**Articolo 15.  
IMPREGNANTI CONTRO LA  
FORMAZIONE DI EFFLORESCENZE SALINE**

Gli impregnanti da utilizzare per i trattamenti desalinizzanti o stabilizzanti della salinità, oltre a possedere le caratteristiche di cui all'Art. "Sostanze impregnanti Generalità", dovranno essere in grado di:

- impregnare in profondità anche i supporti umidi;
- inibire le migrazioni saline dall'interno della struttura verso le superfici esterne;
- agire ad ampio spettro su tutti i tipi di formazioni saline;
- lasciare inalterata la permeabilità al vapore del supporto;
- assicurare la possibilità di ripetere più volte il trattamento;
- non generare nei supporti strati con differenti caratteristiche meccaniche.

Avranno, inoltre, le seguenti caratteristiche:

..... agente chimico attivo :  
..... peso specifico:  
..... residuo secco:  
..... Flash point:

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 16.**

**IMPREGNANTI PER INTERVENTI DI DEUMIDIFICAZIONE**

Gli impregnanti da utilizzare per interventi di deumidificazione, oltre a possedere le caratteristiche di cui all'Art. "Sostanze impregnanti Generalità" ed a garantire una riduzione dell'assorbimento di acqua nel supporto pari al 95% ed una riduzione dell'assorbimento degli ioni cloro pari al 99%, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

agente attivo:	miscela in solvente di silani e silossani;
massa volumica:	0,85 g/l +/- 2%;
residuo secco:	20% in peso +/- 2%;
viscosità:	15 cps +/- 2%

**Articolo 17.**

**IMPREGNANTI AD EFFETTO CONSOLIDANTE**

L'impregnante ad effetto consolidante da utilizzare nei lavori di restauro, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

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

**1. Resine organiche**

Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali.

Questa proprietà dipende da diversi fattori:

- dal peso molecolare e dalla viscosità della resina;
- dalla tensione superficiale della soluzione;
- dalla polarità dei solventi;
- dalla velocità d'evaporazione dei solventi.

Le resine che polimerizzano dopo l'applicazione (epossidiche e poliuretaniche), oltre ad avere la capacità di diffondersi all'interno della pietra anche senza l'ausilio del solvente, possiedono un basso peso molecolare (250-350) ed una viscosità a 25 °C intorno ai 250 cps.

Le resine che induriscono per essiccamento (evaporazione del solvente) poichè possiedono un elevato peso molecolare che determina la loro diffusione poco omogenea all'interno del manufatto, potranno essere utilizzate solo in soluzione con residui secchi molto bassi (10-15%).

È evidente che la qualità di legante risulta determinante ai fini della qualità del consolidamento; si dovranno, quindi, preferire sistemi a base di solventi a rapida evaporazione che assicurino residui secchi più elevati e tempi di permanenza più brevi all'interno dei materiali.

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

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

### 2. Silicati di etile

Sono sostanze basso-molecolari che penetrano in profondità nella pietra. Grazie all'azione di un catalizzatore neutro, reagiscono con l'umidità atmosferica e con l'acqua presente all'interno dei pori della pietra, liberando alcool e formando un gel di silice che diventa il nuovo legante dei granuli disgregati; i sotto prodotti della reazione chimica sono inattivi in quanto si volatilizzano rapidamente.

I formulati a base di silicato di etile per risultare adatti al consolidamento di edifici monumentali, dovranno possedere le seguenti proprietà:

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

### Articolo 18.

#### PRODOTTI PER LA PULIZIA DEI MANUFATTI LAPIDEI

##### Generalità

La pulitura di una superficie di un manufatto, soprattutto se di valore storico-architettonico, dovrà prefiggersi lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il lato estetico e cromatico post-intervento non dovrà incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non dovrà essere quello di rendere "gradevole" l'aspetto della superficie ma, bensì, quello di sanare uno stato di fatto alterato. Saranno, perciò, inutili, nonché dannose, puliture insistenti che potrebbero intaccare la pellicola naturale del materiale formatasi nel corso degli anni, puliture mosse, generalmente, dalla volontà di restituire al materiale il suo aspetto originario. Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causerà sempre una, seppur minima, azione lesiva sul materiale, sarà opportuno ben calibrare l'utilizzo dei singoli prodotti (raccomandazioni NorMaL) che dovranno essere messi in opera puntualmente (mai generalizzandone l'applicazione) e gradualmente, procedendo per fasi progressive su più campioni, in questo modo l'operatore potrà verificare l'idoneità della tecnica prescelta e, allo stesso tempo, definire quando l'intervento dovrà interrompersi.

All'Appaltatore sarà fatto divieto impiegare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere messo in opera previa esecuzione di idonei test-campione eseguiti in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

I prodotti di seguito elencati, (forniti nei contenitori originali e sigillati) saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

All'Appaltatore sarà, quindi, vietato utilizzare qualsiasi tipo di prodotto, anche prescritto, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L..

##### Acqua per lavori di puliture



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Per la pulitura di manufatti, dovrà essere utilizzata, in generale acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2%. Dovranno essere utilizzate: in presenza di calcari teneri acque più dure, acque a grana fine dove si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide ( $RSO_3H$ ) e basiche ( $RNH_3OH$ ) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di quel tipo, operando preferibilmente per via fisica.

La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine a scambio ioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro.

### Spugne per puliture a secco

Queste spugne specifiche per la pulitura a secco di superfici delicate (affreschi, superfici decorate con graffiti) costituite da una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa (secondo del tipo prescelto), normalmente di colore giallo chiaro, supportata da una base rigida di colore blu. La massa spugnosa dovrà, necessariamente essere esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presentare un pH neutro e contenere saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente. L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non saranno adatte per rimuovere un tipo di sporco persistente (ad es., croste nere) e sostanze penetrate troppo in profondità.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati dal presente capitolato, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### Carta giapponese

Carta molto leggera a base di fibre di riso, dotata di robustezza disponibile in commercio in diversi spessori e pesi minimo 6 gr/m<sup>2</sup> massimo 110 gr/m<sup>2</sup>. Queste carte serviranno da filtro per operazioni di puliture su superfici delicate o in avanzato stato di degrado, inoltre si rileveranno utili per velinature ovvero per operazioni di preconsolidamento.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati dal presente Capitolato, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### Reagenti chimici

La pulizia con reagenti chimici richiederà la massima cautela per la difficoltà di controllo della sua azione corrosiva. Essa dovrà, infatti essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo sulle zone ove le croste si presentano più tenaci.

In genere, s'impiegheranno dei formulati in pasta resi tixotropici della carbossilcellulosa che verranno diluiti, per mitigare la loro azione urticante, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L..

### Sostanze alcaline

Composte prevalentemente da alcali caustici, polimeri e agenti reologici, presenteranno in genere le seguenti proprietà:

alcalinità 10-20% ;  
PH 13-14;  
PH 1% in acqua 12-13;  
peso specifico 1,247 g/ml;  
viscosità DIN 20.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

### Neutralizzatori

Composti da acidi e solventi in acqua, saranno impiegati per interrompere l'azione delle sostanze alcaline. Il loro utilizzo sarà opportunamente vagliato dalla D.L. in quanto, talvolta, su superfici particolarmente reattive potrebbero produrre sali solubili che, penetrando all'interno, danneggerebbero irreversibilmente i materiali.

Presenteranno le seguenti caratteristiche:

acidità 1-10%;  
PH 1% in acqua 2-4;  
peso specifico 1,043 g/ml.

### Sostanze acide

Costituite da acidi inorganici e tensioattivi, dovranno essere impiegate esclusivamente su materiali di natura non calcarea.

Presenteranno le seguenti proprietà:

PH 0-1;  
PH 1% in acqua 0-2;  
peso specifico 1-1,35 g/ml;  
viscosità DIN 20.

### AB 57

Si tratta di un formulato messo a punto dai Tecnici Istituto Centrale del Restauro di Roma. È composto da:

acqua cc. 1000;  
bicarbonato d'ammonio g.30;  
bicarbonato di sodio g. 50;  
E.D.T.A (sale bisodico) g.25;  
desogen (sale d'ammonio quaternario) cc. 10  
(tensioattivi, fungicida);  
carbrossimetilcellulosa g. 60.

Dovrà avere PH intorno a 7-5 e la quantità di E.D.T.A. potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a 100-125 g..

Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniaca o trietanolammina allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta.

### EDTA bisodico

Sale bisodico chelante si presenta come polvere bianca inodore a pH debolmente acido (pH @ 5) utilizzato per la pulitura di croste nere; particolarmente efficace per le patine a base di solfato, generate da solfatazioni e carbonato di calcio legati alla presenza di scialbi o ricarbonatazioni superficiali. Fondamentalmente è un agente sequestrante ha la proprietà di formare con gli ioni dei metalli, composti di coordinazione molto solubili e stabili, mascherandone la presenza in soluzione. I principali metalli che potrà "cettare" sono, in ordine di affinità, i seguenti: calcio, potassio, sodio, cromo, nichel, rame, piombo, zinco, cobalto, manganese, magnesio.

### EDTA tetrasodico

Come l'EDTA Bisodico ma meno solubile in acqua e con pH basico (pH 11) si rileva più efficace per le patine a base di ossalato (prodotto da certi tipi di licheni o da ossidazione di eventuali materiali organici vari applicati in passato a scopo protettivo o decorativo e, in seguito, ossidati da batteri installatisi sulla superficie) che si concretizzano in patine di vario colore (giallo, rosa, bruno).

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

### **Acido citrico**

Sale ad azione chelante (più debole dell'EDTA) da utilizzare come sale triammonico per la pulizia di affreschi e superfici policrome.

### **Carbossimetilcellulosa**

Solubile in acqua ed in soluzioni alcaline permette di ottenere liquidi molto viscosi dotati di proprietà addensanti, emulsionanti, detergenti e stabilizzanti. Il miglior modo per preparare una soluzione di carbossimetilcellulosa è quello di versarla lentamente in acqua calda sotto agitazione veloce. La viscosità diminuisce con il riscaldamento per tornare al valore iniziale con il raffreddamento.

### **Acido poliacrilico**

Polimero acrilico per la preparazione di sistemi solvent-gel acquosi ad alta viscosità per la pulitura controllata di strati policromi. I polimeri reticolari dell'acido acrilico ad alto peso molecolare sono usati come agenti addensanti, sospendenti e stabilizzanti. Presenteranno una elevata versatilità di impiego e si rilevano ottimi prodotti per preparazione di gel trasparenti, alcolici e non, con viscosità media o altissima.

### **Ammina di cocco**

Ammina di cocco etossilata per la preparazione di sistemi solvent-gel per la pulitura controllata di strati policromi. Questo prodotto verrà utilizzato nella preparazione del solvent-gel per la proprietà che possiede di neutralizzare la funzione acida dell'acido poliacrilico e, contemporaneamente, di conferire all'addensante anche blande proprietà tensioattive. Dovranno, in ogni caso, essere aggiunte in quantità tale da salificare solo parzialmente l'acido, così da provocarne semplicemente la distensione e da permettere l'addensamento della soluzione.

### **Ammoniaca**

Gas di odore irritante che liquefa a  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , normalmente commercializzato in soluzioni acquose. L'ammoniaca veicolata con compresse imbevute, stesa a tampone o a pennello potrà essere utilizzata miscelata con acqua o con acqua, acetone ed alcool per la rimozione di sostanze soprammesse di varia natura quali olii, vernici, cere, ridipinture ecc. su strutture in pietra quali marmo, brecce, arenarie, calcari duri e teneri, travertino e tufo.

### **Enzimi**

Composti organici proteici di origine naturale in grado di promuovere reazioni che, in loro assenza, risulterebbero trascurabili. In pratica si tratta di molecole particolarmente selettive nei confronti di un determinato substrato, possono rappresentare una valida alternativa all'utilizzo di acidi e basi per l'asportazione idrolitica di sostanze filmogene invecchiate quali ridipinture o patinature proteiche, grasse o polisaccaridiche. Una delle caratteristiche principali degli enzimi risiede nell'elevata specificità per il substrato (fondamentale nel restauro di superfici policrome) ovvero un enzima che agisce, in un data reazione, su un determinato fondo, non sarà in grado di catalizzare nessuna altra reazione chimica vale a dire che non potrà modificare una sostanza diversa dal substrato, di conseguenza, l'operazione di pulitura, non potrà intaccare le parti del dipinto non interessate dalla pulitura. La seconda caratteristica esclusiva degli enzimi, è l'alta attività catalitica, ossia limitate molecole enzimatiche sono in grado di operare su quantità di substrato molto maggiori di quelle trasformabili da qualunque altra sostanza, senza perdere l'efficacia. Gli enzimi principalmente utilizzati sono:

– le proteasi capaci di scindere le molecole proteiche idrolizzando i legami peptidici, si rileverà efficace per la rimozione di macchie dovute a colle e gelatine animali, albumine, casine e uovo. Si potrà trovare nelle versioni stabilizzato, con pH acido (pH 5) o con pH alcalino (pH 8,4) per la rimozione controllata di sostanze proteiche anche su supporti delicati come gli affreschi;

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

- le lipasi (pH 8,4) in grado di sciogliere i grassi catalizzando l'idrolisi dei trigliceridi, si rileverà efficace per la rimozione di sostanze grasse, pellicole a base di olii essiccativi, vernici oleoresinose, cere e resine sintetiche come esteri acrilici e vinilici;
- le amilasi (pH 7,2) idrolizzano i legami glucosidici di polisaccaridi quali amido, cellulosa, gomme vegetali;
- saliva artificiale prodotto a base di mucina per la pulitura pittorica superficiale, particolarmente efficace se impiegata come lavaggio intermedio dopo la pulitura con enzimi o con saponi resinosi.

### Formulati

Per asportare croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) potrà essere utilizzato un preparato così formulato:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 50 g di carbosilmetilcellulosa (per dare consistenza tixotropica all'impasto);
- 30 g di bicarbonato di sodio ( $\text{NaHCO}_3$ );
- 50-100 g di EDTA (bisodico).

In alternativa AB 57; formulato messo a punto dall'ICR, dovrà presentare, preferibilmente, un PH intorno a 7,5 (sarà comunque sufficiente che il pH non superi il valore 8 così da eludere fenomeni di corrosione dei calcari e la eventuale formazione di sotto prodotti dannosi). Sarà composto da:

- 1000 cc. di acqua;
- 30 g di bicarbonato d'ammonio ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ );
- 50 g di bicarbonato di sodio ( $\text{NaHCO}_3$ );
- 25 g di EDTA (bisodico);
- 10 cc. di desogen (sale d'ammonio quaternario, tensioattivo, fungicida);
- 60 g di carbosilmetilcellulosa.

La quantità di EDTA potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a 100-125 g.

Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniaca ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) o trietanolammina ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}_3$ )N allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nell'agente patogeno.

Dietro specifica indicazione della D.L. l'appaltatore potrà, inoltre, impiegare acido cloridrico per l'asportazione di solfato di calcio (rapporto con acqua 1/500); acido fosforico, fluoruri, fosfati e citrati per rimuovere macchie di ruggine su pietre silicee; soluzione satura di fosfato di ammonio (con pH portato a 6) per rimuovere macchie di ruggine su pietre calcaree.

### Esametafosfato di Sodio e Formiato di Ammonio

Sono sali che hanno la proprietà di sciogliere il gesso senza intaccare il carbonato di calcio.

Dovranno essere usati in soluzioni con il 5-10% d'acqua e, su richiesta della D.L., potranno essere miscelati fra loro al fine di ottenere una maggiore capacità solvente.

Potrà essere anche aggiunto un sapone liquido di tipo neutro o leggermente alcalino (5-10 cc./litro) al fine di favorire una migliore bagnabilità ed asportazione delle croste grasse prodotte dagli idrocarburi alifatici.

### Carbonato e Bicarbonato di Ammonio

Sali solubili in acqua, utilizzati in percentuali che potranno variare dal 5% al 100%. Detti prodotti, potranno essere utilizzati singolarmente o in composti (ad es., in combinazione con resine a scambio ionico). Sia il carbonato che il bicarbonato di ammonio presenteranno la capacità di decomporsi spontaneamente originando prodotti volatili (di norma questi sali risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore), la liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità (maggiore per il Carbonato che per il Bicarbonato) consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in Solfato di Ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso. Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata) mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata). L'uso del Bicarbonato d'Ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e decoesione dei grani di calcite superficiale) e i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati dal presente capitolato, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### Tensioattivi e Detergenti

Prodotti composti da molecole contenenti un piccolo gruppo polare idrofilo ed una più lunga catena liofila; queste molecole si orienteranno in modo da avere il primo gruppo (quello polare) immerso in acqua e la parte apolare nello strato di sporco. I tensioattivi saranno utilizzati allo scopo di diminuire la tensione superficiale dell'acqua così da aumentarne la "bagnabilità" e, di conseguenza, l'azione pulente. Essi, contrariamente da altre sostanze solubili in acqua, non si distribuiscono con uniformità nella massa ma si raggruppano selettivamente in maniera ordinata alla superficie della soluzione per tanto non richiedono, per essere efficienti, di una grande solubilità in acqua né di raggiungere un'alta concentrazione in tutto il volume.

Il detergente dovrà rispondere a svariate proprietà tra le quali:

- potere bagnante ovvero capacità di ridurre la tensione superficiale dell'acqua, facilitandone la penetrazione;
- potere dissolvente organico ovvero capacità di solubilizzare sostanze organiche (oli, grassi, proteine);
- -potere disperdente ovvero capacità di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati;
- potere emulsionante ovvero capacità di emulsionare grassi ed oli;
- -potere sequestrante e chelante ovvero capacità di legarsi ai sali di calcio e di magnesio per convertirli in sostanze solubili;
- potere tampone ovvero capacità di mantenere invariato il pH;
- potere battericida ovvero capacità di distruggere i microrganismi;
- -potere sciacquante ovvero capacità di un detergente di essere asportato insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo;

La sequenza di queste particolarità individuerà anche le fasi in cui si svilupperà l'azione detergente.

L'uso di tali prodotti dovrà essere autorizzato dalla D.L. I criteri di accettazione saranno quelli enunciati dal presente Capitolato inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### Resine a scambio ionico

Le resine a scambio ionico sono copolimeri stirene funzionanti con gruppi acidi (resine a scambio cationico) o basici (resine a scambio anionico) in grado di "agganciare" le sostanze ioniche presenti nel substrato a cui vengono applicati.

Le resine a scambio cationico (descialbante) funzioneranno come agenti di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree di neoformazione "sequestrando" ioni Calcio al supporto cui verrà applicata in modo lento e delicato, garantendo, pertanto, un buon controllo del grado di pulitura.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Le resine a scambio anionico (desolfatante) risulteranno invece attive nei confronti di gesso e solfati su superfici lapidee e affreschi, l'Idrossido di Calcio che viene prodotto da questa reazione reagirà spontaneamente con l'anidride carbonica atmosferica convertendosi in Carbonato di Calcio con conseguente ricomposizione della tessitura carbonatica del substrato e azione consolidante riaggregante.

Questi pulitori saranno applicate in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata o distillata in rapporto variabile a secondo sia del prodotto utilizzato sia della consistenza finale (più pastosa da applicare a spatola ovvero più liquida da applicare a pennello) descritta negli elaborati di progetto. Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa

Sia le quantità di acqua, ottimali per la consistenza voluta dell'impasto, che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno, necessariamente, essere ricercati di volta in volta, a seconda dei problemi di pulitura da affrontare, effettuando prove preliminari di trattamento su zone ridotte e tipologicamente significative delle superfici. I suddetti campioni dovranno essere eseguiti dall'appaltatore sotto stretto controllo della D.L. I criteri d'accettazione dovranno essere quelli enunciati dal presente Capitolato, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### **Addensanti e Supportanti**

Questi prodotti garantiscono la gelificazione del solvente in modo da mantenerlo localizzato sulla superficie del manufatto policromo. In questo modo rendono l'operazione di pulitura più selettiva, e, allo stesso tempo, impediscono la penetrazione del solvente negli strati sottostanti, in più riducono il processo d'evaporazione, diminuendo l'inalazione del solvente da parte dell'operatore. In linea generale gli addensanti dovranno essere lavorati ed applicati a pennello per tempi variabili secondo il caso e rimossi a secco o a tampone leggermente imbevuto di solvente senza lasciare residui dannosi per l'opera. La densità del gel finale sarà controllata dall'operatore a seconda delle esigenze specifiche.

I supportanti fondamentalmente si dividono in due categorie: addensanti cellulósici e solvent-gel. La scelta di gelificare un solvente con un addensante cellulósico anziché per mezzo di solvent-gel potrà discendere da molteplici fattori come ad esempio, l'eventuale presenza di materiali particolarmente sensibili all'acqua renderà gli addensanti cellulósici preferibili ai solvent-gel che, al contrario, risulteranno più idonei (grazie all'azione blandamente tensioattiva) per procedure di pulitura più generiche di superfici pittoriche e non.

### **Addensanti cellulósici**

Supportanti inerti cellulósici agiscono per rigonfiamento diretto della struttura cellulósica da parte del solvente puro o di loro miscele. La metilcellulosa si rileva più adatta per gelificare solventi polari (acqua, alcool ecc.) o miscele di questi, da utilizzarsi in concentrazione dal 2 al 4% p/v. L'etilcellulosa si rileva, invece, più adatta per solventi a polarità medio bassa (clorurati, chetoni, esteri ecc.) o apolari; la percentuale di utilizzo va da il 6% al 10% (p/v) a seconda dei casi.

### **Idrossi metil-propil cellulosa**

Supportante cellulósico di enzimi o gelificazioni di solventi. Agisce da tensioattivo, diminuendo la tensione superficiale dell'acqua ovvero del solvente organico, amplificando il potere bagnante della soluzione e diminuendo il potere penetrante in un corpo poroso o la capacità di risalita capillare. Proprietà: modifica la viscosità di soluzioni, emulsioni e dispersioni acquose ed organiche dando vita a films elastici termoplastici, non appiccicosi, poco sensibili all'umidità da utilizzare per la pulitura di superfici policrome.

### **Solvent-gel**

Sono costituiti da acido poliacrilico e ammina di cocco. L'aggiunta del solvente scelto e di poche gocce d'acqua provocano il rigonfiamento del sistema e la formazione del gel.

### **Polpa di cellulosa**

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

La polpa di carta ovverosia la pasta di cellulosa dovrà presentare un colore bianco, dovrà essere deresinata e ottenuta da cellulose naturali. Le fibre dovranno presentare un'elevata superficie specifica, ed un'altrettanto elevato effetto addensante, un comportamento pseudoplastico, una buona capacità di trattenere i liquidi e dimostrarsi insolubili in acqua ed in solventi organici. Un chilogrammo di polpa di cellulosa dovrà essere in grado di trattenere circa 3-4 litri di acqua; minore sarà la dimensione della fibra (00, 40, 200, 600, 1000 m) maggiore sarà la quantità di acqua in grado di trattenere.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati dal presente Capitolato inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### **Argille assorbenti**

Potranno essere impiegate due tipi di argille: la sepiolite e l'attapulgitite. Sono fillosilicati idrati di magnesio capaci d'impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie delle pietre deteriorate. La granulometria dei due tipi d'argilla dovrà essere di almeno 100-200 Mesh. Dovranno essere fornite nei contenitori originali sigillati e saranno preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro collocazione in spessori di circa 2-3 cm.

### **Biocidi**

Prodotti da utilizzarsi per l'eliminazione di muschi e licheni. I suddetti prodotti dovranno, necessariamente, essere utilizzati con molta attenzione e cautela, dietro specifica indicazione della D.L. e solo dopo aver eseguito accurate indagini sulla natura del terreno e sul tipo di azione da svolgere oltre naturalmente all'adozione di tutte le misure di sicurezza e protezione degli operatori preposti all'applicazione del prodotto. Questi prodotti potranno presentare, a seconda dei casi e delle indicazioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- azione selettiva e limitata alla specie da eliminare;
- tossicità limitata verso l'ambiente così da non alterare per tempi prolungati l'equilibrio del terreno interessato dall'azione disinfettante;
- atossicità nei riguardi dell'uomo;
- totale assenza di prodotti o componenti in grado di danneggiare l'organismo murario ovvero le porzioni intonacate;
- limitata durata dell'attività chimica;
- totale assenza di fenomeni inquinanti nei confronti delle acque superficiali e profonde.

Per indicazioni inerenti la scelta dei metodi di controllo del biodeterioramento si rimanda a quanto enunciato nel documento NorMaL 30/89, mentre per ulteriori informazioni sulla caratterizzazione, sull'efficacia e sul trattamento dei biocidi si rimanda a quanto enunciato nei documenti NorMaL 35/91, 38/93, 37/92.

### **Alghicidi, battericidi, fungicidi**

#### COMPOSTI INORGANICI

- 1) *Perossido di idrogeno* (acqua ossigenata) utilizzato a 120 volumi risulterà adatto per sopprimere alghe e licheni su app.
- 2) *Ipcloclorito di sodio* (varechina) utilizzato in soluzione acquosa al 2%-7% per asportare alghe e licheni. La varechina potr

#### COMPOSTI ORGANICI

*Formalina* soluzione acquosa di aldeide formica, disinfettante utilizzato in soluzione acquosa al 5% per irrorare superfici attaccate da alghe verdi licheni e batteri.

#### COMPOSTI FENOLICI E DERIVATI

- 1) *Orto-fenil-fenolo (OPP)* ed i suoi sali sodici (OPPNa) sono attivi su un largo spettro di alghe, funghi e batteri; la loro tossicità potrà ritenersi tollerabile. L'orto-fenil-fenolo risulterà preferibile poiché presenterà una minore interazione con il supporto.
- 2) *Di-clorofene* prodotto ad amplissimo spettro, con tossicità molo bassa, non presenterà interazioni con il supporto anche se organico.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

3) *Penta-clorofenolo* (PCP) ed i suoi sali sodici (PCPNa) utilizzati in soluzioni acquose all'1% presentano un largo spettro. La loro tossicità è al limite della tolleranza; la loro interazione con il supporto potrà determinare l'annerimento del legno ed il mutamento cromatico dei pigmenti basici.

**COMPOSTI DELL'AMMONIO QUATERNARIO**

*Derivati dell'ammonio quaternario* (come il Benzetonio cloruro) da utilizzare in soluzione dal 2-4% in acqua demineralizzata per la disinfezione di alghe, muschi e licheni, anche se per questi ultimi la sua efficacia risulterà, talvolta, discutibile. La miscelabilità in acqua del prodotto permette un elevato potere di penetrazione e di assimilazione dei principi attivi da parte dei microrganismi eliminandoli e neutralizzando le spore. Il benzetonio cloruro è di fatto un disinfettante germicida con spettro d'azione che coinvolge batteri, lieviti, microflora ed alghe. La sua azione risulterà energica ma non protratta nel tempo, in quanto non sarà in grado di sopprimere le spore; l'eventuale presenza di nitrati ne ridurrà considerevolmente l'efficienza. Potrà essere utilizzato sia su pietra che su superfici lignee.

**Erbicidi**

Il controllo dello sviluppo della vegetazione infestante superiore potrà essere assicurato solo utilizzando prodotti che interverranno sulla fotosintesi, tali composti potranno, talvolta, essere indicati anche per la soppressione di certi tipi di alghe. Per la rimozione di vegetazione inferiore e superiore su apparecchi murari, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, dovranno essere preferiti erbicidi non selettivi (ovvero che impediscano qualsiasi sviluppo vegetale) a base nitro-organica.

- 1) *Solfato di ammonio* prodotto da impiegare per il trattamento puntuale delle radici degli alberi così da trattenerne lo s
- 2) ..... *Fluometuron* da impiegare contro muschi e licheni in soluzioni acquose al 2%.
- 3) *Simazina* prodotto antigermitivo di preemergenza da utilizzare per impedire la crescita di vegetazione superiore, liche
- 4) *Picloram* erbicida non selettivo da impiegare per il controllo della vegetazione, dovrà, pertanto, essere impiegato con
- 5) *Gliofosato* diserbante sistematico da utilizzare per sopprimere licheni e piante superiori in soluzioni acquose al 2%. È l

Tabella riassuntiva dei biocidi e dei loro campi di applicazione

<b>Biocidi</b>	<b>Alghe</b>	<b>Licheni</b>	<b>Funghi</b>	<b>Batteri</b>	<b>Piante</b>
Perossido di idrogeno	+++	++	-	++	-
120 vol.					
Benzetonio cloruro	+++	++	-	++	-
Di-clorofene	+++	++	+	-	-
Penta-clorofenolo	+++	-	++	++	-
Formalina	+++	+++	++	+++	+
Fluometuron	+++	++	++	-	-
Simazina	-	++	+++	-	+++
Gliofosato	-	+++	-	-	+++

I criteri d'accettazione dei biocidi dovranno essere quelli enunciati dal presente capitolato, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

**Impacchi biologici**

Gli impasti, a base di sepiolite, avranno la seguente composizione:

..... 1 lt di acqua;  
 ..... 50 di urea;



**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

..... 20 cc. di glicerina.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm.

**Cloruro di benzalconio**

Per alghe e microflora si potrà anche utilizzare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro da utilizzarsi in soluzione acquosa all'1/2% da applicare a spruzzo.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**B. NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

**Articolo 19.**

**MISURAZIONE DEI LAVORI**

Il direttore dei lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute in contraddittorio con l'appaltatore o un suo rappresentante formalmente delegato; ove l'appaltatore o il suo rappresentante non si prestasse ad eseguire tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio di cinque giorni, scaduto il quale verranno comunque effettuate le misurazioni necessarie in presenza di due testimoni indicati dal direttore dei lavori.

Nel caso di mancata presenza dell'appaltatore alle misurazioni indicate, quest'ultimo non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi, nella contabilizzazione dei lavori eseguiti o nell'emissione dei certificati di pagamento, riconducibili a tale inottemperanza.

La misurazione e la verifica quantitativa dei lavori eseguiti andrà effettuata, dal direttore dei lavori o dai collaboratori preposti, in prima stesura sui libretti delle misure che costituiscono il documento ufficiale ed iniziale del processo di registrazione e contabilizzazione delle opere eseguite da parte dell'appaltatore ai fini della loro liquidazione. Tale contabilizzazione dovrà essere effettuata, sotto la piena responsabilità dello stesso direttore dei lavori, nei modi previsti dalla normativa vigente in materia ed in particolare dal D.P.R. 207/10.

**Articolo 20.**

**NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

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

**Lavori su apparati non decorativi**

*1 – Scavi* – Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con il prezzo di elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso 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 di 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 di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbatacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, compresi le composizioni, 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 raggugliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore all'atto della consegna, ed all'atto della misurazione.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

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 i vari prezzi fissati nell'elenco 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 elenco 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. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra i piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

2 – *Rilevati o rinterrati* – Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterrati s'intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per gli scavi e quindi all'appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi.

3 – *Riempimento con pietrame a secco* – Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai ecc. sarà valutato a mc. Per il suo volume effettivo misurato in opera.

4 – *Paratie e casseri in legname* – Saranno valutate per la loro superficie effettiva e nel relativo prezzo di elenco s'intende compensata ogni fornitura occorrente di legname, ferramenta, ecc., ed ogni sfrido relativo, ogni spesa per la lavorazione e l'apprestamento, per la collocazione in opera di longarine o filagne di collegamento, infissione di pali, tavoloni o palancole, per rimozione, perdite, guasti e per ogni altro lavoro, nessuno escluso od eccettuato, occorrente per dare le opere complete ed idonee all'uso.

6 – *Demolizione di muratura* – I prezzi fissati in tariffa per la demolizione delle murature si applicheranno al volume effettivo delle murature da demolire.

Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nell'art. "Demolizioni e rimozioni" ed in particolare la scelta, l'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali.

I materiali utilizzabili che, ai sensi del suddetto articolo, dovessero venire reimpiegati dall'appaltatore stesso, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali che egli avrebbe dovuto provvedere e cioè allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco, ovvero, mancando esso, al prezzo commerciale dedotto in ambedue i casi il ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto perciò dall'importo netto dei lavori, in conformità, a quanto disposto dall'art. 40 del capitolato generale.

7 – *Murature in genere* – Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, 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 mq 1,00 e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc. che abbiano sezione superiore a mq 0,25, rimanendo per questi ultimi, all'appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto.

Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché, di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati da terrapieni. Per questi ultimi muri è pur sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in genere quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande. Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Le murature miste di pietrame e mattoni saranno misurate come le murature in genere, di cui sopra e con

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

relativi prezzi di tariffa s'intendono compensati tutti gli oneri di cui all'art. "Murature miste" del presente capitolato per la esecuzione in mattoni di spigoli, angoli, squarci, parapetti, ecc.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di oggetto superiore a mc 5 sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stessa. Per le ossature di aggetto inferiore ai cm 5 non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Nei prezzi unitari delle murature da eseguire con pietrame di proprietà della amministrazione, come in generale di tutte le categorie di lavoro per le quali s'impiegano materiali di proprietà dell'amministrazione (non ceduti all'appaltatore), s'intendono compresi gli oneri per trasporto, ripulitura, adattamento e posa in opera dei materiali stessi.

Le murature eseguite con materiali ceduti all'appaltatore saranno valutate con i prezzi delle murature in pietrame fornito dall'appaltatore, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni onere per trasporto, lavorazione pulitura, e messa in opera, ecc., del pietrame ceduto.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a mq 1, intendendo nel prezzo compensata la formazione di spalle, piattabande, ecc., nonché, eventuali intelaiature in legno che la direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché, alla parete.

Le volte, gli archi e le piattabande, in cornici di pietrame o mattoni di spessore superiore ad una testa, saranno anch'essi pagati a volume ed a secondo del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, coi prezzi di elenco, con i quali si intendono compensate tutte le forniture, lavorazioni e magisteri per dare la volta completa con tutti i giunti delle facce viste frontali e d'intradosso profilati e stuccati. Le volte, gli archi e le piattabande in mattoni, in foglio o ad una testa, saranno pagate a superficie, come le analoghe murature.

*8 – Paramenti di faccia vista* – I prezzi stabiliti in tariffa per la lavorazione delle facce viste che siano da pagare separatamente dalle murature, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti occupate da pietrame da taglio od artificiale (se non diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame, calcestruzzi, conglomerati, ecc. nei quali casi si applicheranno i prezzi separati per il nucleo ed il paramento) tutte le murature tanto interne che di rivestimento, saranno valutate applicando al loro volume complessivo il prezzo che compete alla muratura greggia, ed alle superfici delle facce viste lavorate i sovrapprezzi stabiliti secondo le specie di paramento prescritto ed eseguito).

*9 – Muratura in pietra da taglio* – La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del minimo parallelepipedo detto rettangolare, circoscrivibile a ciascun prezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata greggia, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei relativi prezzi di elenco si intendono sempre compresi tutti gli oneri di cui agli artt. "Murature in pietrame" e "Pareti ad una testa ed un foglio con mattoni pieni e forati", per quest'ultimo sempre quando la posa in opera non sia pagata a parte.

*10 – Calcestruzzi e smalti* – I calcestruzzi per fondazione, murature, volte, ecc. e gli smalti costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a mc e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché, inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri di cui all'art. "Murature di getto o calcestruzzo" del presente capitolato.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

**11 – Conglomerato cementizio armato** – Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte. Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misura verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri di cui all'art. "Murature di getto e calcestruzzo", nonché, la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

Nei prezzi di elenco dei conglomerati armati sono anche compresi e compensatigli stampi di ogni forma, i casseri, casseforti e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature di sostegno in legname di ogni sorta, grandi, o piccole, i palchi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in cemento armato dovrà essere costruita, nonché, la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata, il getto e sua pistonatura.

**13 – Solai** – I solai interamente in cemento armato (senza laterizi) saranno valutati a mc, come ogni altra opera in cemento armato. Ogni altro tipo di solaio sarà invece pagato a mq di superficie netta interna dei vani, qualunque sia la forma di questi, misurata al grezzo delle murature principali di perimetro, esclusi, quindi la presa e l'appoggio sulle murature stesse.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore con malta sino al piano di posa del massetto per i pavimenti; nonché, ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco, come prescritto all'art. "Solai" del presente capitolato. Nel prezzo dei solai misti in cemento armato e laterizi sono comprese la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, nonché il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati. Il prezzo a mq. dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli relativi ai solai stessi.

Nel prezzo dei solai con putrelle di ferro e voltine od elementi laterizi, è compreso l'onere per ogni armatura provvisoria per il rinfianco, nonché, per ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco, restando solamente escluse le travi di ferro che verranno pagate a parte.

Nel prezzo dei solai in legno resta solo escluso il legname per le travi principali, che verrà pagato a parte ed è invece compreso ogni onere per dare il solaio completo, come prescritto.

**14 – Pavimenti** – 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 elenco 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 all'art. "Pavimenti", escluso il sottofondo che verrà invece pagato a parte, per il suo volume effettivo, in opera, in base al corrispondente prezzo di elenco.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi di oneri, le spese di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

**15 – Rivestimenti di pareti** – I rivestimenti in piastrelle o in mosaico 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., che saranno computati nella misurazione, nonché, l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire e per la stuccatura finale dei giunti.

**26 – Posa in opera dei marmi, pietre naturali ed artificiali** – I prezzi della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali ed artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici od ai volumi, dei materiali in opera, determinati con i criteri di cui al presente articolo, comma 9.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme di posa di cui all'art. "Marmi e pietre naturali" del presente capitolato, s'intende compreso nei prezzi di posa. Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto e sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con biacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per la perfetta rifinitura dopo la posa in opera, escluse solo le prestazioni dello scalpellino e del marmista per i ritocchi ai pezzi da montarsi solo quando le pietre o marmi non fossero forniti dall'appaltatore stesso.

I prezzi di elenco sono pure compresi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento e, dove richiesto, un incastro perfetto.

Il prezzo previsto per la posa dei marmi e pietre, anche se la fornitura è affidata all'appaltatore, comprende altresì l'onere dell'eventuale posa in diversi periodi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti all'appaltatore dalla stazione appaltante, con ogni inerente gravame per spostamento di ponteggi e di apparecchi di sollevamento.

**17 – 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 cm 5. Varranno sia per superfici piane, che curve.

L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a cm 15, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolature e serramenti. I prezzi dell'elenco 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 cm 15 saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore a mq 4, valutando a parte la riquadratura di 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 dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

La superficie di intradosso delle volte, di qualsiasi forma e monta, verrà determinata moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per il coefficiente 1,20. Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

L'intonaco dei pozzetti d'ispezione delle fognature sarà valutato per la superficie delle pareti senza detrarre la superficie di sbocco delle fogne, in compenso delle profilature e dell'intonaco sulle grossezze dei muri.

**18 – Tinteggiature, coloriture e verniciature** – Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri di cui agli artt. "Norme generali" e "Esecuzioni particolari" della sezione opere da pittore del presente capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rifilatura degli infissi, ecc. le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

a) per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra e allo sguincio, se ci sono, non detrando la eventuale superficie di vetro. È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi o dell'imbotte tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra o dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;

A) per le opere in ferro semplici e senza ornature, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi di vetrine per negozi, saranno computati per tre quarti della loro superficie

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;

B) per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata una volta l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensate la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

Il prezzo fissato per i lavori di verniciatura e tinteggiatura includerà il trattamento di tutte le guide, gli accessori, i sostegni, le mostre, i telai, i coprifili, i cassonetti, etc; per le parti in legno o metalliche la verniciatura si intende eseguita su entrambe le facce e con relativi trattamenti di pulizia, anticorrosivi (almeno una mano), e di vernice o smalti nei colori richiesti (almeno due mani), salvo altre prescrizioni.

Le superfici indicate per i serramenti saranno quelle misurate al filo esterno degli stessi (escludendo coprifili o telai).

Il prezzo indicato comprenderà anche tutte le lavorazioni per la pulizia e la preparazione delle superfici interessate.

*19 – Posa in opera dei serramenti* – La posa in opera dei serramenti, sia in legno che di leghe leggere, sempre quando sia effettuata indipendentemente dalla fornitura di serramenti, sarà liquidata a superficie con i medesimi criteri di misurazione stabiliti per la fornitura degli infissi.

Per la posa di tutti i serramenti e simili strutture i prezzi di elenco sono comprensivi di tutti gli oneri di cui all'art. "Opere da carpentiere", "Infissi in legno norme generali" e "Tipo di serramenti in legno" della sezione "Opere in legno del presente capitolato (escluse le opere di falegname e fabbro).

Il prezzo previsto nell'elenco è comprensivo inoltre dell'onere per l'eventuale posa in periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dalla stazione appaltante.

Per i serramenti avvolgibili (comprese le serrande metalliche) il prezzo a mq in luce degli stipiti compensa anche la posa del cassone di custodia e delle guide, delle cinghie, dei raccogli cinghia, anche incassati, delle molle compensatrici, oppure degli argani di manovra, qualunque siano i tipi scelti dalla direzione dei lavori.

Per le finestre con controportelli questi non si misurano a parte, essendo compresi nel prezzo di posa delle finestre.

La posa in opera dei serramenti in ferro (o altro metallo, esclusi quelli di leghe leggere) viene compensata a peso anziché, a mq., ad esclusione delle serrande avvolgibili in metallo, cancelli riducibili e serrande a maglia, la cui posa in opera viene liquidata a mq di luce netta minima fra gli stipiti e le soglie.

*20 – Lavori in legname* – Nella valutazione dei legnami non si terrà conto dei maschi e dei nodi per la congiunzione dei diversi pezzi, come non si dedurranno le relative mancanze od intagli.

Nei prezzi riguardanti la lavorazione o posizione in opera dei legnami è compreso ogni compenso per la provvista di tutta la chioderia, delle stoffe, bulloni, chiavette, ecc., occorrenti per gli sfridi, per l'esecuzione delle giunzioni e degli innesti di qualunque specie, per palchi di servizio, catene, cordami, malta, cemento, meccanismi e simili, e per qualunque altro mezzo provvisoriale e lavoro per l'innalzamento, trasporto e posa in opera.

La grossa armatura dei tetti verrà misurata a mc di legname in opera, e nel prezzo relativo sono comprese e compensate le ferramenta, la catramatura delle teste, nonché, tutti gli oneri di cui al comma precedente.

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente.

Le persiane avvolgibili si computeranno aumentando la luce netta di cm 5 in larghezza e cm 20 in altezza; le mostre e contro mostre saranno misurate linearmente lungo la linea di massimo sviluppo, ed infine i controportelli e rivestimenti saranno anch'essi misurati su una sola faccia, nell'intera superficie vista.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto. Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, dei pomoli, delle maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro funzionamento, nonché di una mano di olio di lino

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

cotto, quando non siano altrimenti lucidati o verniciati. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla direzione dei lavori. I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione, la posa in opera, sempre quando non sia pagata a parte, e la manutenzione per garantirne il perfetto funzionamento sino al collaudo finale.

**21 – Lavori in metallo** – Tutti i lavori in metallo saranno in genere valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

Sono pure compresi e compensati:

– la esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da tagliole impiombature e sigillature, le malte ed il cemento, nonché la fornitura per le impiombature;

– gli oneri e spese derivanti da tutte le norme e prescrizioni contenute nell'art. "Norme generali e particolari" della sezione "Opere in ferro";

– la coloritura con minio ed olio cotto, il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso e tutto quanto è necessario per dare i lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza. In particolare i prezzi delle travi in ferro a doppio T o con qualsiasi altro profilo, per solai, piattabande, sostegni, collegamenti, ecc., valgono anche in caso di eccezionale lunghezza, grandezza o sezione delle stesse, e di tipi per cui occorra un'apposita fabbricazione. Essi compensano, oltre al tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso, tutte le forature, tagli, lavorazioni, ecc., occorrenti per collegare le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoli in cemento armato, ovvero applicare chiavi, coprichiavi, chivarde, staffe, avvolgimenti, bulloni, chiodature, ecc., tutte le opere per assicurare le travi ai muri di appoggio, ovvero per collegare due o tre travi tra di loro, ecc., e qualsiasi altro lavoro prescritto dalla direzione dei lavori per la perfetta riuscita dei solai e per fare esercitare alle travi la funzione di collegamento dei muri sui quali poggiano.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione ed ogni sfrido, è compreso l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro, e la posa in opera dell'armatura stessa.

**22 – Tubazioni in genere** – I tubi in ghisa e quelli di acciaio saranno valutati a peso in rapporto al tipo approvato dalla direzione dei lavori. Il prezzo di tariffa per le tubazioni in ghisa od in acciaio compensa, oltre la fornitura degli elementi ordinari, dei pezzi speciali e della relativa posa in opera con suggellatura di canapa catramata e piombo fuso e cianfrinato, anche la fornitura delle staffe, di qualsiasi forma, sezione e lunghezza, occorrenti per fissare i singoli pezzi e così pure tutte le opere occorrenti per murare le staffe, nonché delle prove a tenuta dei giunti.

Nella valutazione del peso si terrà conto soltanto di quello della tubazione, escluso cioè il peso del piombo e delle staffe, per i quali nulla verrà corrisposto all'appaltatore, intendendosi essi compensati con il prezzo della ghisa o dell'acciaio.

Il prezzo di tariffa per le tubazioni di ghisa od in acciaio vale anche nel caso che i tubi debbano venire inclusi nei getti di strutture in calcestruzzo; in tal caso esso è comprensivo di ogni onere relativo al loro provvisorio fissaggio nelle casseforme.

La valutazione delle tubazioni in grès, in cemento-amianto o in materiale plastico, sia in opera che in semplice somministrazione, sarà fatta al ml misurato lungo l'asse della tubazione, senza cioè tener conto delle compenetrazioni. I singoli pezzi speciali saranno ragguagliati all'elemento ordinario di pari diametro, secondo le seguenti lunghezze: curve, gomiti e riduzioni: ml 1; imbrache semplici: ml 1,25; imbrache doppie ed ispezione (tappo compreso): ml 1,75; sifoni: ml 2,75; riduzioni: ml 1 di tubo del diametro più piccolo.

Il prezzo è comprensivo degli oneri derivanti dall'esecuzione di tutte le opere murarie occorrenti, dalla fornitura e posa in opera di mensole di ferro e grappe di sostegno di qualsiasi lunghezza. I tubi interrati poggeranno su sottofondo di calcestruzzo, da pagarsi a parte.

Verrà pagato a parte anche lo scavo per i tubi di ghisa. Per i tubi in cemento vale quanto detto per tutti i tubi



## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

di grès e cemento – amianto. Il prezzo viene applicato alla tubazione posta in opera, completa delle sigillature a cemento dei giunti e delle grappe, pagandosi a parte l'eventuale sottofondo di calcestruzzo e lo scavo. Per tutte indistintamente le tubazioni suddette si intenderanno compresi nei prezzi tutti gli oneri indicati negli artt. "Opere da stagnaio in genere" e "Tubazioni e canali di gronda" del presente capitolato. Nel caso di sola posa in opera di tubi di qualsiasi genere, valgono le norme di cui sopra specificate per ogni tipo di tubo, ad eccezione di quelle relative alla fornitura dei tubi stessi.

### **Articolo 21.**

#### **VALUTAZIONE DEI LAVORI CONDIZIONI GENERALI**

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

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

I prezzi contrattualmente definiti sono accettati dall'appaltatore nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa, di carattere economico, che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti per motivi legati ad una superficiale valutazione del progetto da parte dell'appaltatore.

Le eventuali varianti che comportino modifiche al progetto dovranno essere ufficialmente autorizzate dal direttore dei lavori, nei modi previsti dall'articolo 132 della D.Lgs. 163/06 e successive modificazioni e contabilizzate secondo le condizioni contrattuali previste per tali lavori; non sono compresi, nella categoria delle variazioni in corso d'opera, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso che dovranno essere eseguiti, su richiesta del direttore dei lavori, a totale carico e spese dell'appaltatore.

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

Le norme riportate in questo articolo si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato (eseguiti in economia, a misura, a corpo) e che saranno, comunque, verificati in contraddittorio con l'appaltatore nei modi previsti; si richiama espressamente, in tal senso, l'applicazione dell'Elenco prezzi indicato contrattualmente individuato dai documenti che disciplinano l'appalto.

### **Articolo 22.**

#### **VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO E A MISURA**

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

Sono incluse nell'importo a corpo tutte le opere che si trovano sopra il piano eventualmente indicato (e cioè il piano di demarcazione fra le opere a corpo e quelle a misura) o chiaramente individuate negli elaborati a tale scopo ovvero espressamente descritte nel contratto e nel presente capitolato,

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

comprendendo tutte le lavorazioni e parti di esse necessarie per dare l'opera completamente finita in ogni dettaglio. In mancanza di tale definizione per le opere che dovranno essere computate a corpo e quelle da calcolare a misura, tutti i lavori oggetto del presente capitolato dovranno intendersi parte integrante dell'unico appalto, complessivo delle opere e di tutte le lavorazioni previste, considerato esclusivamente a corpo senza esclusioni di sorta.

Sono, inoltre, comprese tutte le finiture delle murature, le opere esterne indicate dai disegni esecutivi, le parti di impianti che si trovassero al di sotto del piano suddetto, gli allacciamenti alle reti urbane di energia elettrica, gas, telefono, acqua, etc. sia eseguiti direttamente dall'appaltatore che dalle Società interessate alle quali l'appaltatore è obbligato a prestare l'assistenza richiesta.

### **DISPOSIZIONI**

L'appaltatore è tenuto ad eseguire le opere indicate in base ai disegni di progetto ed alle prescrizioni già citate senza introdurre alcuna variazione che non sia ufficialmente autorizzata nei modi previsti dalla normativa vigente; eventuali modifiche di quota nei piani di fondazione (con conseguente spostamento dell'eventuale piano di demarcazione fra le opere a corpo e quelle a misura) saranno oggetto di una nuova definizione delle quantità dei lavori a misura da eseguire e che verrà immediatamente formalizzata.

L'eventuale calcolo del volume dei singoli fabbricati sarà eseguito moltiplicando la superficie della sezione orizzontale dell'edificio (riferita alle murature esterne escludendo rivestimenti particolari o decorazioni sulle facciate) per l'altezza dell'edificio. Tale altezza, nel caso di copertura piana, sarà misurata dal piano individuato sui disegni fino alla quota media del pavimento finito della terrazza di copertura; nel caso di copertura a tetto, l'altezza sarà misurata dal piano sopra indicato fino alla quota della linea di gronda.

Dal volume, che ha valore indicativo, così calcolato non saranno detratti i vuoti di logge, rientranze, chiostrine etc., né saranno aggiunti i volumi degli aggetti, di cabine per impianti o altri volumi tecnici.

Per gli edifici con piani a superfici variabili od impostate a quote differenti, il volume finale sarà la somma dei volumi dei vari piani o solidi geometrici nei quali verrà scomposto il fabbricato.

### **CRITERI PER LA VALUTAZIONE DI EVENTUALI LAVORAZIONI A MISURA**

Qualora, nell'ambito dei lavori oggetto del presente capitolato, si rendesse necessaria la realizzazione di opere da valutare a misura, queste dovranno essere computate secondo i criteri riportati di seguito.

Tutti i prezzi dei lavori valutati a misura sono comprensivi delle spese per il carico, la fornitura, il trasporto, la movimentazione in cantiere e la posa in opera dei materiali includendo, inoltre, le spese per i macchinari di qualsiasi tipo (e relativi operatori), le opere provvisorie, le assicurazioni ed imposte, l'allestimento dei cantieri, le spese generali, l'utile dell'appaltatore e quanto altro necessario alla completa esecuzione dell'opera in oggetto.

Viene quindi, inoltre, stabilito che tutte le opere incluse nei lavori a misura elencate di seguito si intenderanno eseguite con tutte le lavorazioni, i materiali, i mezzi e la mano d'opera necessari alla loro completa corrispondenza con le prescrizioni progettuali e contrattuali, con le indicazioni del direttore dei lavori, con le norme vigenti e con quanto previsto dal presente capitolato senza altri oneri aggiuntivi di qualunque tipo da parte della stazione appaltante.

Il prezzo stabilito per i vari materiali e categorie di lavoro è comprensivo, inoltre, dell'onere per la posa in opera, anche in periodi di tempo diversi, dei materiali forniti dall'appaltatore indipendentemente dall'ordine di arrivo degli stessi in cantiere.

### **Articolo 23.**

#### **VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA**

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

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

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

Nel caso di lavori non previsti o non contemplati nel contratto iniziale, le opere da eseguire dovranno essere preventivamente autorizzate dal direttore dei lavori.

L'annotazione dei lavori in economia dovrà essere effettuata dal direttore dei lavori o da persona espressamente incaricata con le seguenti modalità:

- in caso di lavori a cottimo la registrazione delle lavorazioni eseguite dovrà essere fatta sul libretto delle misure;
- in caso di lavori in amministrazione la registrazione andrà effettuata sulle liste settimanali suddivise per giornate e provviste — le firme per quietanza dell'affidatario dovranno essere apposte sulle stesse liste di registrazione.

Dopo l'annotazione provvisoria sul libretto delle misure o sulle liste settimanali dovrà essere redatta, su un apposito registro, una sintesi delle lavorazioni eseguite riportando, in ordine cronologico e per ciascuna lavorazione, le risultanze dei libretti indicando:

- le partite dei fornitori a credito secondo le somministrazioni progressive;
- le riscossioni e pagamenti eseguiti secondo l'ordine di effettuazione e con i riferimenti alla numerazione dei libretti e delle fatture.

Il prezzo relativo alla mano d'opera dovrà comprendere ogni spesa per la fornitura di tutti gli attrezzi necessari agli operai, la quota delle assicurazioni, la spesa per l'illuminazione, gli accessori, le spese generali e l'utile dell'appaltatore.

Nel prezzo dei noli dovranno essere incluse tutte le operazioni da eseguire per avere le macchine operanti in cantiere, compresi gli operatori, gli operai specializzati, l'assistenza, la spesa per i combustibili, l'energia elettrica, i lubrificanti, i pezzi di ricambio, la manutenzione di qualunque tipo, l'allontanamento dal cantiere e quant'altro si rendesse necessario per la piena funzionalità dei macchinari durante tutto il periodo dei lavori e dopo la loro esecuzione.

Il prezzo dei materiali dovrà includere tutte le spese e gli oneri richiesti per avere i materiali in cantiere immagazzinati in modo idoneo a garantire la loro protezione e tutti gli apparecchi e mezzi d'opera necessari per la loro movimentazione, la mano d'opera richiesta per tali operazioni, le spese generali, i trasporti, le parti danneggiate, l'utile dell'appaltatore e tutto quanto il necessario alla effettiva installazione delle quantità e qualità richieste.

Tutti i ritardi, le imperfezioni ed i danni causati dalla mancata osservanza di quanto prescritto saranno prontamente riparati, secondo le disposizioni del direttore dei lavori, a totale carico e spese dell'appaltatore.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**C. MODI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI**

**Articolo 24.**

**ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

**I materiali e le forniture da impiegare nell'esecuzione dell'opera dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere caratteristiche tecniche e prestazionali equivalenti o superiori a quelle dei prodotti presi a campione inseriti nel progetto esecutivo, ed essere conformi alle caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali. Le schede tecniche prestazionali allegate al progetto si riferiscono ad un prodotto scelto a campione per le sue caratteristiche; l'impresa resta libera di sottoporre all'approvazione della D.L. qualsiasi prodotto in commercio con equivalenti o superiori caratteristiche tecniche e prestazionali. Non verranno accettate campionature di prodotti con caratteristiche inferiori a quelle indicate in progetto.**

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, se richiesto, adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione del direttore dei lavori.

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

a) dalle prescrizioni delle voci di elenco prezzi di contratto;

b) dalle prescrizioni di carattere generale del presente capitolato;

c) dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;

d) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;

e) dagli elaborati grafici, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta, comunque, contrattualmente stabilito che tutte le specificazioni o modifiche prescritte nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture dovranno provenire da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio del direttore dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti alle schede tecniche prestazionali dei prodotti campionati in sede di progettazione esecutiva ed inseriti come prodotto Tipo negli elaborati di contratto.

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 dal direttore 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 adeguatamente verbalizzato.

L'appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche richieste dalle specifiche contrattuali ed eventualmente accertate dal direttore 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 le modalità o i punti di approvvigionamento, 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 del direttore dei lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la stazione appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo provvisorio.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 25.**

**ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI**

Tutti gli impianti presenti nelle opere da realizzare e la loro messa in opera, completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, dovranno essere eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dal direttore 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 emanato con D.M. 145/00, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

L'appaltatore è tenuto a presentare un'adeguata campionatura delle parti costituenti i vari impianti nei tipi di installazione richiesti e idonei certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.

Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi delle prescrizioni stabilite dal presente capitolato e verificate dal direttore dei lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dal direttore dei lavori non pregiudica i diritti che la stazione 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 dal direttore dei lavori, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'appaltatore.

**Articolo 26.**

**PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Per regola generale, nell'esecuzione dei lavori l'impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, nonché alle norme e prescrizioni che negli articoli seguenti vengono date per le principali categorie dei lavori.

Per tutte quelle categorie di lavori per le quali non si trovino prescritte nel presente capitolato e nell'elenco prezzi contrattuale speciali norme, l'impresa dovrà eseguire i migliori procedimenti della tecnica, attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la D.L. nonché a tutte le prescrizioni risultanti da norme di legge e da circolari emanate dal Min. dei LL.PP. che qui si prendono come riferimento.

**Articolo 27.**

**INDAGINI PRELIMINARI AI LAVORI DI RESTAURO**

Generalità

Prima di dare inizio a qualsiasi tipo di lavorazione su manufatti di particolare interesse storico-artistico, l'Appaltatore, se previsto negli elaborati di progetto o espressamente richiesto dalla D.L., sarà tenuto ad effettuare su di essi tutti i rilievi e gli accertamenti scientifici necessari alla sistematica acquisizione di dati certi inerenti il loro stato di conservazione, che possano consentire una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi di alterazione e di degrado al fine d'intervenire su di essi con i rimedi più efficaci.

Le metodologie d'indagine utilizzate potranno essere:

non distruttive;

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

modestamente distruttive.

Le prime, da distinguersi a loro volta in invasive e non invasive, si svolgeranno in situ senza richiedere prelievi, mentre le seconde implicheranno il prelievo di campioni e quindi l'asportazione di seppur modiche quantità di materiale.

Ogni indagine andrà discussa con la D.L. relativamente al tipo di operazione da effettuarsi ed alla zona del prelievo. Campionamenti e analisi, da eseguirsi secondo le raccomandazioni NORMAL 3/80 redatte a cura dell'I. C. R. (Roma 1980), potranno essere affidati ad Istituti, Ditte e Laboratori specializzati, previa richiesta alla competente Soprintendenza.

I campioni da analizzare dovranno essere prelevati da personale di fiducia del Laboratorio incaricato o comunque sotto il suo diretto controllo.

Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato del manufatto e del suo contesto, non arrecando danno alcuno alle strutture originarie. Inoltre, lo spostamento delle attrezzature per prelevare i campioni avverrà nel massimo rispetto dello stato dei luoghi.

Alla fine dell'intervento dovrà essere effettuata una perfetta pulizia rimuovendo qualsiasi residuo di lavorazione.

### Rilievi e indagini non distruttive

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

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

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

Le indagini non distruttive comprendono le seguenti metodiche:

### Rilievi fotogrammetrici

Verranno effettuati mediante riprese eseguite, previo rilievo topografico dei punti di appoggio, con apposite apparecchiature stereometriche e con l'uso di stereo restitutori in grado di tradurre in coordinate numeriche i punti apparenti sull'immagine stereoscopica.

I rilievi, una volta eseguiti, saranno rielaborati in modo da evidenziare, anche con l'ausilio della grafica manuale, la tessitura dei paramenti, la diversificazione tipologica delle murature o la caratterizzazione superficiale dei materiali.

Nei lavori di rilievo fotogrammetrico saranno comprese l'elaborazione dei dati, la restituzione grafico-analitica e la formazione di una scheda analitica tipo dell'oggetto indagato.

### Rilievi topografici strumentali

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

### Rilievi e controlli strumentali dei dissesti

Consisteranno nella posa in opera, secondo le modalità disposte negli elaborati di progetto, del numero prescritto di fessurimetri a lettura diretta, di microdime a lettura analogica, di rilevatori ultrasonici o di sonde televisive.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

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

Fotografia a luce radente

Consisterà in una campagna di riprese a luce radente con pellicola professionale a colori per la visualizzazione di degradi, stuccature, lesioni, deformazioni superficiali, il tutto su diacolor 6x6 cm. parametrate.

Fotografia a luce visibile

Consisterà in una campagna di riprese a luce visibile.

Colorimetria

Consentirà, sulla base dell'indagine fotografica effettuata con una serie di colorimetri standardizzati secondo la scala Munsell, l'individuazione delle varie sostanze presenti nelle parti analizzate.

Controllo dei parametri e degli inquinanti atmosferici

Attraverso la rilevazione dei dati sulle radiazioni solari, la direzione del vento, le precipitazioni e la pressione esterna, nonché dei valori di anidride carbonica, anidride solforosa, anidride solforica, ossidi di azoto, acido cloridrico, polveri totali, solfati, cloruri, nitrati ed altre sostanze presenti in sospensione nell'aria o depositate sul terreno;

**INDAGINI PARZIALMENTE DISTRUTTIVE**

Esse si rendono necessarie, fra l'altro, per la caratterizzazione dei materiali lapidei, degli intonaci, delle superfici affrescate o dipinte e degli stessi prodotti di alterazione.

Dovranno essere eseguite ricorrendo ad analisi chimiche, fisiche e mineralogiche, ad indagini riflettografiche, a foto, a macrofoto a luce radente, per un'esatta determinazione dei componenti elementari e delle sostanze inquinanti del materiale indagato.

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

In generale tali indagini comprenderanno:

- l) ..... a  
analisi con i raggi x per l'identificazione della struttura di una sostanza cristallina individuandone i vari componenti;
- ..... a  
analisi spettrofotometriche per l'identificazione ed il dosaggio degli ioni presenti in una soluzione acquosa- campo del visibile (0,4-0,8 micron), ultravioletto (0,000136-0,4 micron) e infrarosso (0,8-400 Nm);
- ..... m  
microscopia ottica per l'analisi del colore, dei caratteri morfologici e delle caratteristiche specifiche di ciascuna sostanza;
- ..... m  
microscopia elettronica per lo studio della distribuzione delle singole parti e dei prodotti di alterazione;
- ..... S  
studio petrografico in sezione sottile mediante osservazione al microscopio elettronico a scansione;
- ..... a  
analisi conduttometriche per la valutazione della presenza di sali solubili in acqua nel campione esaminato senza stabilire il tipo di sale eventualmente presente.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

- ..... C  
caratterizzazione dei pigmenti e riconoscimento dei leganti mediante spettrofotometria ad infrarossi con trasformatore di fourier (FTIR) su campioni opportunamente prelevati sulla base dei risultati delle precedenti indagini.
  - ..... S  
sezioni stratigrafiche con lettura al microscopio in luce riflessa e con fluorescenza da raggi UV delle stesure pittoriche per una caratterizzazione qualitativa dei materiali usati.
- II) prove chimiche necessarie per stabilire la composizione della malta che viene analizzata con:
- dissoluzione del campione in acido cloridrico con concentrazioni e temperature variabili;
  - dosaggio per quantità di gas carbonico nei componenti carbonati;
  - dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua di assorbimento;
  - dosaggio di sostanze organiche;

Le analisi mineralogiche dovranno prevedere che ogni campione sia esaminato in Microscopia Elettronica a Scansione con Microsonda X per la caratterizzazione dei componenti dell'intonaco, nonché per l'individuazione ed il riconoscimento di processi di degrado sia superficiali che all'interno, di materiali di deposito, di fissativi, etc.

Il materiale fornito sarà:

- Graficizzazione su carta degli spettri dello FTIR per ogni campione esaminato con indicazione degli elementi chimici emersi
- Relazione tecnica
- Documentazione fotografica a colori su diacolor 24x36 mm. delle riprese al microscopio sua a luce visibile che in fluorescenza UV con relazione tecnica con graphicizzazione delle stratigrafie emerse per ogni campione.

I campioni occorrenti per le indagini conoscitive sulle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche delle murature saranno prelevati mediante il prescritto numero di carotaggi.

Le carotatrici dovranno essere fornite di punte vidia a sola rotazione che possano essere raffreddate ad acqua aventi un diametro idoneo, ad insindacabile giudizio della D.L., ad una corretta valutazione dello specifico materiale indagato.

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

L'inserimento di martinetti piatti, adoperati in singolo o accoppiati al fine di determinare "in situ" le caratteristiche meccaniche delle murature, sarà effettuato all'interno di appositi tagli predisposti in corrispondenza dei ricorsi delle malte; l'Appaltatore, alla fine dei rilevamenti, avrà l'obbligo di costiparne le sedi di posa con malta di resina e detriti.

Le prove diagnostiche sui manufatti in legno consisteranno, oltre che in una accurata ispezione visiva accompagnata dalla misurazione delle caratteristiche igrometriche dell'ambiente e da limitati prelievi di materiale per la determinazione delle specie legnose e, in prima approssimazione, dello stato di degrado, in:

- misurazione della resistenza ad infissione;
- analisi resistografiche;
- valutazione della resistenza ad estrazione;
- analisi soniche/ultrasoniche;
- analisi del contenuto d'acqua;
- analisi di fibre degradate per determinare il tipo di attacco biologico;
- valutazione delle condizioni statiche.



**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 28.**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

L'impresa dovrà produrre le seguenti documentazioni fotografiche dei lavori in corso d'opera:

- dettagliata documentazione fotografica dell'avanzamento dei lavori secondo la cronologia delle fasi di cantiere, numerata, con l'individuazione del vano e della tipologia di intervento, data (realizzata con macchina reflex o digitali) da consegnare prima dell'emissione di ogni stato d'avanzamento lavori alla D.L. su supporto digitale e n° 2 stampe a colori;
- documentazione fotografica dei lavori da consegnare all'Ente di tutela preposto nel numero e tipologia definito dalla D.L., il più completa possibile, corredata da una mappatura che comprenda uno schema grafico delle pareti e scene con relativa numerazione, alla quale faranno riferimento i numeri di catalogo di negativi, stampe e diacolor, per rendere il materiale facilmente consultabile;
- documentazione fotografica delle fasi significative del restauro realizzata con banco ottico per le riprese nelle quali è necessario il raddrizzamento delle linee verticali, eventualmente da consegnare all'Ente di tutela preposto nel numero e tipologia definito dalla D.L., il più completa possibile, corredata da una mappatura che comprenda uno schema grafico delle pareti e scene con relativa numerazione, alla quale faranno riferimento i numeri di catalogo di negativi, stampe e diacolor, per rendere il materiale facilmente consultabile.

Al fine di ottenere una idonea documentazione si dovrà procedere secondo le seguenti fasi programmate in funzione delle attività di cantiere:

- 1) Prima del montaggio dei ponteggi fissi, avvalendosi di trabattelli o scala fotografica, con riprese generali delle pareti e dei singoli riquadri con le scene, oltre che dei soffitti con le stesse inquadrature prima e dopo. In questa fase si effettueranno riprese a luce radente di situazioni significative quali consistenti efflorescenze saline, sollevamenti della pellicola pittorica ed eventuali bolle d'intonaco;
- 2) Con i ponteggi fissi per le operazioni di restauro si eseguiranno le riprese dei particolari con i tasselli di pulitura; le stesse riprese verranno effettuate dopo la pulitura e la stuccatura con il tassello testimone e dopo il restauro.

Si ribadisce che quando si trova la dicitura unica: Prima, durante e dopo; Prima e dopo; Durante e dopo; Dopo; si intende sempre della stessa inquadratura.

Per fase del "durante" si intende il momento in cui sulla superficie sono state effettuate le operazioni di pulitura, consolidamento, stuccatura e microstuccatura, PRIMA DEL RITOCCHO PITTORICO.

Ciascuna ripresa sarà scattata:

- per le fotografie in formato medio 6X6 e/o 10x12 con banco ottico in B/N (di cui verrà consegnato il negativo e 3 stampe 18x24 e/o 20x25)
- per le Diacolor 6x6 e/o 10x12 con banco ottico (di cui verranno consegnati i tre scatti, i file della scansione e 1 stampa 18x24 e/o 20x25).

Le riprese del prima e dopo l'intervento dovranno essere eseguite a metà dell'altezza della parete e/o dei riquadri con l'ausilio di un ponteggio mobile; per le foto durante l'intervento verrà utilizzato il ponteggio fisso in opera.

È raccomandata la correttezza della ripresa curando la messa a fuoco del soggetto e la cadenza delle linee d'angolo e/o zone d'ombra; l'omogeneità dell'illuminazione è da ottenersi con l'impiego di almeno 4 illuminatori al tungsteno, l'omogeneità del risultato dell'intero servizio è da ottenersi utilizzando anche lo

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

stesso tipo di pellicola (pellicola B/N 100 ASA; pellicola per tungsteno 64 ASA) e la stesso tipo di illuminazione.

Il materiale fotografico dovrà essere presentato alla Direzione Lavori ordinato in raccoglitori divisi per piani e stanze con sequenze generali prima-dopo e particolari prima-durante- dopo dei medesimi soggetti, parete per parete. Ogni foto e DIA deve recare sul retro un'etichetta con riportati: palazzo, sala, parete, soggetto, inquadratura, anno del restauro, nonché la specifica dello scatto (prima, durante o dopo).

La documentazione sarà corredata da uno schema grafico del soffitto e delle pareti ove siano raffigurate le scene con relativa numerazione, alla quale faranno riferimento i numeri di catalogo di negativi, stampe e diacolor; inoltre, nella pianta verrà indicato, foto per foto, l'angolo di ripresa.

Le foto dovranno essere organizzate come di seguito descritto:

parete 1: generali prima e dopo

parete 2: generali prima e dopo

parete 3: generali prima e dopo

parete 4: generali prima e dopo

soffitto: generali prima e dopo

parete 1: scene all'interno della parete prima durante e dopo

parete 2: scene all'interno della parete prima durante e dopo

parete 3: scene all'interno della parete prima durante e dopo

parete 4: scene all'interno della parete prima durante e dopo

soffitto: scene all'interno della parete prima durante e dopo

parete 1: particolari prima durante e dopo

parete 2: particolari prima durante e dopo

parete 3: particolari prima durante e dopo

parete 4: particolari prima durante e dopo

soffitto: particolari prima durante e dopo

Ogni scatto (foto, negativo e DIA) verrà identificato da una sigla costituita da: il piano dell'immobile in cui è situata la stanza, il numero del vano (assegnato dalla D.L. negli elaborati di progetto), il numero progressivo dello scatto riferito al vano ed il numero progressivo dello scatto riferito al totale delle foto consegnate.

Esempio:

per le fotografie

PT3/01-215 (corrisponde al 1° scatto del vano 3 Piano terra e alla 215° foto realizzata della campagna fotografica)

### Articolo 29.

#### ELABORATI GRAFICI E SAGGI

##### Elaborati grafici

L'impresa dovrà fornire tre tipologie di elaborati grafici dei lavori in corso d'opera:

- Disegni che individuano lo sviluppo delle superfici su cui sono state eseguite le singole lavorazioni, da predisporre secondo le indicazioni di volta in volta fornite dalla D.L. e da consegnare prima dell'emissione di ogni stato di avanzamento lavori alla D.L. in n°1 copia cartacea e in formato digitale (.dwg per i grafici, .doc per la relazione e .jpg per le fotografie)
- Elaborati degli interventi realizzati, da consegnare all'Ente di tutela preposto costituiti da una relazione descrittiva e da i relativi grafici comprendenti; la verifica della mappatura del degrado riportata negli elaborati grafici del progetto esecutivo o la realizzazione delle mappature per i vani con superfici ritrovate; eventuali note e indicazioni sui materiali costitutivi, sulle tecniche esecutive,

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

sugli interventi succedutisi nel tempo; gli interventi di restauro eseguiti. Tali elaborati andranno realizzati consegnati alla D.L. alla fine dei lavori di ciascun vano in n°2 copie cartacee e in formato digitale (.dwg per i grafici, .doc per la relazione e .jpg per le fotografie), previa approvazione del modello utilizzato.

- relazione descrittiva degli interventi realizzati e delle ridipiunture con espresso riferimento ai grafici realizzati in fase esecutiva, comprese foto digitali illustrative classificate con didascalia, descrizione dei risultati dell'esame dei cicli pittorici a luce radente e della fluorescenza da ultravioletto, delle particolarità tecniche e dello stato conservativo, esito delle campionature e metodologia adottata per ciascun tipo di intervento Tali elaborati andranno realizzati consegnati alla D.L. alla fine dei lavori di ciascun vano in n°2 copie cartacee e in formato digitale (.dwg per i grafici, .doc per la relazione e .jpg per le fotografie)

La relazione dovrà riportare le evidenze di situazioni riscontrate ed integrazione o variazione delle previsioni progettuali, gli accertamenti compiuti correlati dalla relativa documentazione ed infine una dettagliato resoconto, anch'esso corredato da schede esemplificative, degli interventi realizzati.

Gli elaborati grafici dovranno essere redatti secondo lo schema ed i contenuti caratterizzanti gli elaborati del progetto esecutivo e sottoposti a preventiva approvazione da parte della D.L., restituiti in scala 1:25, salvo diversa indicazione attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la D.L.

Negli elaborati grafici dovranno essere sempre chiaramente indicati:

- Riferimento al piano, al vano, alla parete, secondo la numerazione riportata negli elaborati del progetto esecutivo;
- Ditta esecutrice;
- Data di esecuzione;
- Scala metrica.

### Saggi

I saggi dovranno essere realizzati nelle aree significative definite in accordo con la D.L.

I saggi di scopritura dovranno essere eseguiti nelle aree stabilite con la D.L., al fine di accertare l'esistenza di dipinti murali e/o decori occultati da uno o più strati di scialbatura a base di calce e/o tempera, mediante rimozione meccanica, con bisturi o altri strumenti idonei e spugne imbevute di acqua distillata, fino al ritrovamento delle parti originali, previa applicazione di impacco di carta giapponese per favorire l'ammorbidimento degli strati di tinteggi sovrapposti al film pittorico originale; rifinitura della pulitura con impacco di carta giapponese e soluzione satura di carbonato di ammonio. Dimensioni minime 20x30 cm

I saggi stratigrafici dovranno essere eseguiti nelle aree stabilite con la D.L., al fine di valutare le fasi della decorazione, mediante rimozione meccanica, con bisturi o altri strumenti idonei, rimozione ad acqua o solvente con l'utilizzo di spugne o impacchi, fino al ritrovamento di ogni fase mantenendo una idonea superficie della stratigrafia prima di procedere alla scopritura dello strato sottostante al fine di ottenere un campione con evidenza di tutti gli strati scoperti. Dimensioni minime 20x30cm, con accurata definizione dei bordi. Le operazioni dovranno essere realizzate salvaguardando le superfici attigue di contatto da eventuali sbavature o raschiature.

I saggi dovranno essere corredati da documentazione grafica e fotografica, dalla descrizione delle caratteristiche degli strati scoperti e dall'elaborazione delle risultanze. In particolare l'impresa dovrà elaborare una scheda tecnica dei saggi, da sottoporre ad approvazione da parte della D.L., che contenga le seguenti informazioni:

- Indicazione del piano e del vano, planimetria di riferimento del vano con la localizzazione del saggio;
- Fotografia ravvicinata, eseguita in condizioni di luce incidente e laddove necessario radente, che permetta di individuare la progressione degli strati, gli elementi di identificazione;
- Data di esecuzione;
- Indicazione del metodo di esecuzione (a bisturi, ad acqua, a solvente....);
- Dimensione e altezza da terra;
- Descrizione delle caratteristiche degli strati scoperti ed elaborazione delle risultanze;

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

- Indicazione di eventuali indagini (ad esempio analisi chimiche) eseguite sul saggio con relativo risultato.

I saggi realizzati dall'Impresa verranno identificati da una sigla che li renda distinguibili dai saggi pregressi. Le schede tecniche saranno corredate da uno schema grafico del soffitto e delle pareti, restituiti nella scala ritenuta di volta in volta più opportuna dalla D.L., ove siano indicati i saggi con la relativa numerazione.

**Articolo 30.**  
**DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

Le demolizioni si eseguiranno in modo da non danneggiare le eventuali rimanenti parti delle opere, restando a carico dell'appaltatore il ripristino delle parti indebitamente demolite o danneggiate.

I materiali utili sono di proprietà della stazione appaltante e saranno puliti ed accatastati nei luoghi indicati dalla D.L.

Per il loro reimpiego, verranno impartite, all'atto esecutivo, apposite disposizioni, a giudizio insindacabile della D.L.

I materiali inutilizzabili di risulta dovranno essere portati a rifiuto a cura e spese dell'Impresa, entro breve tempo.

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali che dovranno invece essere trasportati o guidati in basso mediante apposite canalizzazioni o con idonee apparecchiature dopo essere stati bagnati onde evitare il sollevamento di polvere.

Le demolizioni relative ad opere di sottofondazione o all'eliminazione di stati critici di crollo o alla rimozione di materiale pregiato da ricollocare "in situ", dovranno essere effettuate con ogni cautela al fine di tutelare i manufatti di notevole valore storico.

L'Appaltatore dovrà prevedere, altresì al preventivo rilevamento e posizionamento di quei segnali necessari alla fedele ricollocazione dei manufatti.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate alla caduta di materiali.

Le strutture eventualmente pericolanti dovranno essere puntellate; tutti i vani di balconi, finestre, scale, ballatoi, ecc., dopo la demolizione di infissi e parapetti, dovranno essere sbarrati.

Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.

Dovranno essere, altresì osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.Lgs. 81/08

Sarà tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire.

**Articolo 31.**  
**SCAVI IN GENERE**

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

Nella esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltrechè totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

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

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

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

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterrati 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 dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Ove si dovesse procedere all'interno di costruzioni o in adiacenza alle murature, gli scavi andranno eseguiti con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgere di danni nelle strutture murarie adiacenti. Il ripristino delle strutture, qualora venissero lese a causa di una esecuzione maldestra degli scavi, sarà effettuata a totale carico dell'Appaltatore.

Per scavi eseguiti in adiacenza di colonnati, strutture di particolare pregio o in corso di restauro, l'Appaltatore dovrà provvedere a suo carico ad opere di presidio e puntellamento delle stesse.

### **Articolo 32.**

#### **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 di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie 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 di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

### **Articolo 33.**

#### **SCAVI DI FONDAZIONE**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dare luogo sia alla costruzione di muri o di pilastri di fondazione propriamente detti, sia alla realizzazione di opere di sottofondazione atte al consolidamento delle strutture fondali.

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

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo nel debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con la circolare 6 novembre 1967, n. 3797 del servizio Tecnico Centrale.

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

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

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

Compiute le opere in fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare più all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorre, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

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

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

### **Articolo 34.**

#### **SCAVI DI ACCERTAMENTO E RICOGNIZIONE**

Gli scavi per l'accertamento e la ricognizione dei piani originari e, quindi, per l'eliminazione dei detriti e dei terreni vegetali di recente accumulo, verranno effettuati sotto la sorveglianza, con i tempi e le modalità indicate dal personale tecnico incaricato dalla D.L..

L'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza o meno di reperti "in situ" e, quindi, ad una preventiva indagine.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nell'ambito del cantiere e, in ogni caso, in luogo tale che non provochino danno o intralcio al traffico.

### **Articolo 35.**

#### **SCAVI ARCHEOLOGICI**

Gli scavi archeologici che dovranno comunque essere eseguiti a mano, si differenziano in base al tipo di terreno, alla giacitura delle strutture emergenti o sepolte, alle caratteristiche dei reperti, alla variabilità delle sezioni di scavo, ai diversi gradi di accuratezza della vagliatura delle terre e della cernita dei materiali, alla successiva pulizia, sistemazione e cartellinatura di quanto trovato in cassette e contenitori idonei.

Sarà a totale carico dell'Appaltatore l'assistenza all'eventuale preventiva quadrettatura dell'area di scavo, la pulizia dei cigli e dei testimoni, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura dei riferimenti stratigrafici.

### **Articolo 36.**

#### **RILEVATI E RINTERRI**

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

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

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

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

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

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

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

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

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

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

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà preventivamente scorticata, ove occorra, e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

### Articolo 37.

#### PONTEGGI

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

*Ponteggi ed impalcature* – Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisorie atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.Lgs. 81/08.

L'appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi.

Per ponteggi superiori a m 20, di notevole complessità o fuori dagli schemi-tipo (come indicati nella autorizzazione) discende l'obbligo della stesura di una specifica verifica, di calcolo e della redazione del disegno esecutivo, redatti e firmati da un ingegnere o da un architetto abilitato all'esercizio della professione. Quando si è all'interno degli schemi-tipo la firma e le generalità possono essere quelle del responsabile di cantiere. In questo caso, oltre alla prima documentazione va tenuta in cantiere anche questa seconda documentazione.

Il calcolo dei ponteggi va redatto attenendosi alle istruzioni approvate nella autorizzazione ministeriale.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Poiché nella valutazione delle ipotesi di carico la considerazione circa il sovraccarico dovuto a neve e a vento si fonda su schemi esemplificativi, anche nel caso di ponteggi inferiori a m 20 è necessario effettuare un apposito calcolo, qualora per l'esposizione e l'altitudine della località debbano ricorrere condizioni particolarmente severe di vento e neve (circ. gennaio 1969).

Ad intervalli periodici o dopo violente perturbazioni atmosferiche il ponteggio va revisionato sotto il diretto controllo del responsabile di cantiere.

L'appaltatore, inoltre, dovrà fare rispettare le seguenti prescrizioni:

### *a) Ponteggi metallici:*

– l'appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere.

Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dal D. Lds. 81/08.

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

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

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

– i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia agli sforzi di trazione che di compressione;

– i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;

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

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

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

### *b) Ponteggi metallici autosollevanti*

Per l'impiego di dette attrezzature, consistenti in uno o più telai di base sui quali insistono strutture verticali costituite da tronconi reticolari collegati solidamente aventi funzioni di sostegno e guida nei movimenti di salita e discesa, movimenti realizzati attraverso accoppiamenti pignonecremagliera dell'impalcato costituente il piano di lavoro, è fatto obbligo ai fabbricanti, di munirsi di autorizzazione rilasciata in via esclusiva dal Ministero del Lavoro, previo esame delle relazioni tecniche allegate alla richiesta di autorizzazione.

Conseguentemente, qualsiasi altra procedura di controllo, ancorché espletata da amministrazioni o istituti pubblici, deve ritenersi illegittima.

Questa attrezzatura viene generalmente impiegata per lavori di rifinitura, intonacatura e ristrutturazione di facciate di edifici e ambienti ordinari. Le caratteristiche costruttive, il funzionamento e l'impiego devono essere sottoposti sia all'omologazione per il rilascio di libretto e targhetta, che a successive verifiche periodiche.

### *c) Parapetti*

A livello strutturale e dimensionale il parapetto, realizzabile in forme e modi diversi, è una protezione verso il vuoto che serve ad impedire la caduta dall'alto. In senso generale, per parapetto si intende una barriera verticale eretta lungo i bordi esposti di una apertura nel suolo o nelle pareti, di un ripiano o di una piattaforma, avente lo scopo di impedire la caduta di persone. Viene definito "normale" un parapetto che:

– sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione

– abbia una altezza utile di almeno m 1

– sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed inferiore

– sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione.

Viene definito parapetto "normale con arresto al piede" quello dotato di fascia continua poggiante sul piano



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

di calpestio ed alta almeno cm 20. Scopo di questa fascia è quello di impedire la caduta di oggetti nel piano sottostante, nonché di evitare le conseguenze derivanti dall'eventuale slittamento del piede delle persone che transitano nel tratto delimitato dal parapetto. Nei ponteggi i parapetti dovranno essere del tipo con arresto al piede e non deve rimanere mai uno spazio vuoto in senso verticale superiore a cm 60 tra il passamano e la tavola fermapiede. I correnti e la tavola fermapiede vanno sempre applicati dalla parte interna dei montanti o degli appoggi sia quando fanno parte dell'impalcato di un ponteggio che in qualunque altro caso.

È considerata equivalente ad un parapetto qualsiasi altra protezione, quale muro, parete piena di altro materiale, ringhiera, lastra, grigliato, balaustrata e simili, capace di realizzare condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle richieste ed indicate.

### *d) Andatoie e passerelle*

Servono per accedere ai luoghi più diversi del cantiere, per superare dislivelli o vuoti, per approdare a piani di lavoro posti a quote diverse. Come nel caso delle altre opere provvisorie, vanno dimensionate, realizzate e mantenute a regola d'arte.

La norma impone una larghezza non minore a cm 60 quando sono destinate solo al transito dei lavoratori; per passare a m 1.20 nel caso del trasporto materiali.

La pendenza non deve superare il 50% (altezza pari a non più della metà della lunghezza) anche se il rapporto del 25% è assai più raccomandabile ai fini della sicurezza. Se la lunghezza supera i m 6-8 debbono essere interrotte da pianerottoli di riposo. Per impedire scivolamenti sulle tavole che compongono il piano di calpestio, vanno fissati listelli trasversali a distanza di passo d'uomo carico, vale a dire cm 40 circa. Andatoie e passerelle vanno sempre munite verso il vuoto di parapetto normale con tavola fermapiede.

### *e) Ponti su cavalletti*

Possono essere utilizzati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza inferiore a m 2 è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve intendere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del solo cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare il parapetto anche nei ponti su cavalletti di altezza inferiore a m 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a questa misura.

Sarà tassativamente proibito:

- installarli sugli impalcati del ponteggio;
- realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
- far sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna, quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.

L'appoggio dei cavalletti deve sempre essere garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. I piedi dei cavalletti, per conferire maggiore stabilità all'insieme, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quando altro è necessario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno e non a mattoni o a blocchi di cemento.

La massima distanza consentita fra due cavalletti con tavole da m 4 di cm 30 x 5 è di m 3,60. Per la maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare in ogni modo un terzo elemento di sostegno centrale; quest'ultimo sarà obbligatorio ove si utilizzino tavole con sezioni inferiori. Senza il terzo cavalletto, infatti, le tavole vengono sollecitate al limite della resistenza.

### *f) Ponti a sbalzo*

Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza.

Per quelli realizzati in legno l'appaltatore utilizzerà i seguenti criteri costruttivi:

- intavolato compatto con parapetto pieno;
- larghezza non maggiore di cm 1,20;
- traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili dell'edificio, poggiati su strutture resistenti e rigidamente collegati fra loro per impedire qualsivoglia spostamento.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Per le mensole metalliche utilizzerà gli stessi principi di assoluta sicurezza, a condizione che gli elementi fissi portanti risultino applicati alla costruzione con bulloni passanti, trattenuti dalla parte interna da dadi e controdadi su piastra o da una chiavella, oppure con altri dispositivi che offrano piena garanzia di resistenza. Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. L'appaltatore dovrà impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o di cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno.

### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto ai piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti. Per quanto concerne lo stato d'uso dei ponteggi, al fine di rilevare eventuali anomalie in grado di influire sulla stabilità complessiva del sistema o compromettere la sicurezza dei lavoratori si farà riferimento alla Circolare del Ministero del Lavoro n. 46/2000 dell' 11 luglio 2000 – Verifiche di sicurezza dei ponteggi metallici fissi. Nella circolare i controlli da eseguire vengono schematizzati in tabelle che riportano l'indicazione degli elementi da controllare, il tipo di verifica, le modalità di verifica, visivo e/o funzionale e infine i provvedimenti necessari a risolvere eventuali problemi riscontrati. Le tabelle della circolare si riferiscono ai "singoli elementi", a "ponteggi con traversi e montanti prefabbricati" e a "ponteggi metallici a tubi e giunti"; la parte finale della circolare fornisce brevi ma chiare indicazioni sulle verifiche da effettuare durante l'uso dei ponteggi metallici fissi.

### Articolo 38.

#### OPERE PROVVISORIALI

*Puntelli* – Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

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

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

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

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

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

*Centine* – Lo scopo dell'armatura a centina è duplice: attuare un solido sostegno per i materiali fino al compimento dell'opera e fornire l'esatta forma circolare che l'elemento in costruzione dovrà assumere. L'appaltatore, quindi, dovrà provvedere a costruire l'armatura per la realizzazione di un apparecchio murario curvo (arco, volta o cupola) provvedendo a realizzare sia una parte (centina) che, sufficientemente solida, resisterà al peso dei materiali durante l'esecuzione dell'opera, sia un'altra parte (manto o dossale) che, presentando una superficie identica a quella dell'intradosso della struttura in costruzione, sarà adatta a dare la forma più idonea allo specifico oggetto da realizzare.

In relazione alla natura dell'elemento in costruzione, alla sua forma, al sistema adottato per la centinatura, alla corda dell'arco o della volta, e conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o stabilito dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà predisporre le armature conformemente ad uno o più dei

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

seguenti sistemi:

d1 *centine fisse* – l'armatura verrà posizionata sopra dei punti di appoggio collocati nell'intervallo delle spalle o piedritti.

d2 *centine a sbalzo* – l'armatura verrà posizionata esclusivamente alle imposte sulla muratura dei piedritti; in questo caso le centine potranno essere rigide (quando esistono delle catene o dei tiranti orizzontali) o flessibili (in assenza di catene e di tiranti).

d3 *centine miste* – nelle quali l'armatura sarà sostenuta alle imposte ma presenterà anche la possibilità di avere altri sostegni da posizionare nell'intervallo fra i piedritti.

d4 *centine scorrevoli o girevoli* – l'armatura sarà costruita in maniera tale che essa potrà essere facilmente traslata lungo il corso della realizzazione di una volta o ruotata nel caso delle cupole.

L'appaltatore realizzerà le centine, conformemente alle prescrizioni del progetto ed alle indicazioni della D.L. progettando, calcolando ed utilizzando di volta in volta i materiali più idonei per lo specifico utilizzo (legname, metallo, muratura ecc.).

Tutte le riparazioni o le ricostruzioni che si dovessero rendere necessarie per la imperfetta o errata realizzazione delle centine, in seguito anche all'inosservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

### MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza delle opere provvisorie alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto ai piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti.

## Articolo 39.

### MALTE

#### QUALITÀ E COMPOSIZIONE

##### Generalità

Le malte, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio oggetto del restauro.

In ogni modo, la composizione delle malte, l'uso specifico di ognuna di esse nelle varie fasi dei lavori, l'eventuale integrazione con additivi, resine o con altri prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno specificati dalla D.L. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio in oggetto.

Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata.

Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose.

L'impasto delle malte, effettuato con appositi mezzi meccanici o, manualmente, dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme.

I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati preferibilmente sia a peso che a volume.

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

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro.

I residui d'impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.

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

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 3 giugno 1968.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la tabella seguente (D.M. 9 gennaio 1987):

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M4	Bastarda	1	-	2	9	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	-
M2	Cementizia	1	-	0.5	4	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante. Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionata anche con additivi, preventivamente sperimentata, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

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

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

**Articolo 40.**  
**MALTE E CONGLOMERATI**

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

a) Malta comune:

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

b) Malta comune per intonaco rustico (rinzafo):

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

c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura):

Calce spenta in pasta mc. 0,35 - 0,45  
Sabbia vagliata mc. 0,800

d) Malta grassa di pozzolana:

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

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

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

Sabbia	mc. 0,40
Pietrisco o ghiaia	mc. 0,80
s) Conglomerato cementizio per strutture sottili:	
Cemento	q.li 3-3,5
Sabbia	mc. 0,40
Pietrisco o ghiaia	mc. 0,80

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione, che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

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

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

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

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nella Legge 5.11.1971 n.1086 e relative norme tecniche.

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

I residui di impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

## **D. MURATURE E STRUTTURE VERTICALI**

### **Articolo 41.**

#### **MURATURE IN GENERE**

La costruzione delle murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita conformemente a quanto stabilito dal D.M. 9 gennaio 1987 (norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento).

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

- per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, cessi, orinatoio, lavandini, immondizie, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc..

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

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

I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante il quale la temperatura si mantenga per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purchè, al distacco del lavoro vengono adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine; quelle di discesa delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole, ecc., nello spessore dei muri, siano lasciate aperte sopra una faccia temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

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

La direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati dagli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

Quanto venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato impermeabile; la muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo consolidamento.

### **Articolo 42.**

#### **MURATURE DI PIETRE CON MALTA**

La muratura a getto ("a sacco") risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, quest'ultima in proporzione non minore di mc. 0,45 per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternative entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm. di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta.

La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi.

Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione si incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legame in guisa da evitare il disperdimento della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura di adottare tutti i mezzi necessari perchè le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta.

La muratura in pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione dei lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza.

Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza nelle connessure fra due corsi consecutivi.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per l'irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiore dimensione, con faccia esterne rese piane e regolari in modo da costruire un paramento rustico a faccia vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati.

Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità del materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro.

Le facce viste delle murature in pietrame, che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

### Articolo 43.

#### PARAMENTI PER LE STRUTTURE DI PIETRAME

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressochè regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con *pietra rasa e teste scoperte* (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra le migliori e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di mm. 25. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm. 8.



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di mm. 0,25 e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a *mosaico greggio* la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si eseguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressochè regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. i conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm..

Nel paramento a *corsi regolari* i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero uguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm. 5. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati i conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressochè regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm. 10 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, nè inferiore a cm. 25; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm. 20.

In entrambi i paramenti a *corsi*, lo sfasamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm. 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

### Articolo 44.

#### MURATURE DI MATTONI

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alterate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di otto nè minore di mm. 5 (tali spessori potranno variare in relazione della natura delle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammassate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

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

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm. 5 all'intradosso e mm. 10 all'estradosso.

### **Articolo 45.**

#### **PARETI DI UNA TESTA ED UN FOGLIO CON MATTONI PIENI E FORATI**

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo.

Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.

Nelle pareti in foglio, quando la Direzione dei lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti del telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alla sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo con scaglie e cemento.

### **Articolo 46.**

#### **MURATURE MISTE**

La muratura mista sarà realizzata con fasce alternate di pietra o pietrame e mattoni, posti per filari refolari, avendo cura di tenere il piano di allettamento sempre orizzontale ed intercalando i filari di mattoni alla distanza prescritta negli elaborati grafici di progetto.

I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali.

In prossimità di spigoli, spallette, nicchie, cavedi e canne, archi, piattabande o altro, la parte in pietrame sarà eseguita in mattoni o in pietra squadrata, in modo da assicurare gli adeguati ammassamenti e la perpendicolarità e regolarità della parte.

Il collegamento delle diverse parti di muratura e dei diversi materiali dovrà garantire prese sia orizzontali che verticali

Nelle murature miste per i fabbricati, oltre ai filari suddetti si debbono costruire in mattoni tutti gli angoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature qualsiasi, le spallette e squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico, le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, le latrine, i condotti in genere, e qualunque altra parte di muro alla esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità alle prescrizioni che potrà dare la Direzione dei lavori all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel migliore modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

### Articolo 47.

#### MURATURE MISTE DI RIVESTIMENTO

La muratura mista di rivestimento con o senza intercapedine sarà realizzata con fasce alternate di pietra o pietrame e mattoni, posti per filari refolari, avendo cura di tenere il piano di allettamento sempre orizzontale ed intercalando i filari di mattoni alla distanza prescritta negli elaborati grafici di progetto.

I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali.

In prossimità di spigoli, spallette, nicchie, cavedi e canne, archi, piattabande o altro, la parte in pietrame sarà eseguita in mattoni o in pietra squadrata, in modo da assicurare gli adeguati ammorsamenti e la perpendicolarità e regolarità della parte.

Il collegamento delle diverse parti di muratura e dei diversi materiali dovrà garantire prese sia orizzontali che verticali

Nelle murature miste per i fabbricati, oltre ai filari suddetti si debbono costruire in mattoni tutti gli angoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature qualsiasi, le spallette e squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico, le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, le latrine, i condotti in genere, e qualunque altra parte di muro alla esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità alle prescrizioni che potrà dare la Direzione dei lavori all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel migliore modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale.

La parete di rivestimento in muratura mista dovrà essere idoneamente ancorata alla struttura portante per mezzo di ancoraggi metallici che assicureranno una migliore stabilità strutturale.

Lo schema di distribuzione dei graffaggi, come disposto dalla norma DIN 1053/90, prevede di inserire minimo 5 graffe ogni metro quadro della muratura e, sui bordi liberi della parete, 3 graffe ogni metro lineare.

La parete inoltre dovrà essere irrigidita con un'armatura orizzontale metallica, inserita in corrispondenza del giunto orizzontale nel filare in laterizio.

I graffaggi e le armature dovranno essere realizzati con elementi in acciaio inox austenitico al cromo nichel di lunghezza minima 15 cm per garantire un'idonea intercapedine fra la muratura portante e quella di rivestimento.

L'ancoraggio fra parete in muratura mista faccia vista e muro interno in calcestruzzo, con costruzione in tempi differente delle due parti, potrà essere realizzato con i seguenti ancoraggi:

- graffaggio metallico a spirale con ancora terminale ad una estremità da inserire nel giunto di malta della parete faccia vista in costruzione (profondità minima 6 cm) e con capsula filettata e tassello di espansione all'altra (da inserire mediante avvvitamento a pressione nei fori prediposti nella parete in calcestruzzo);
- graffaggio metallico sagomato a squadra con ancora ad una estremità da inserire nel giunto di malta della parete faccia vista in costruzione e risolto a squadra all'altra estremità fissato con viti e tassello di tenuta in aderenza alla parete già eseguita.

### Articolo 48.

#### INTEGRAZIONE E RIPRISTINO DELLE MURATURE

##### Generalità

Nei lavori di risanamento delle murature di edifici antichi sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie che si riallacciano alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero.

Non dovranno, quindi, essere utilizzate indiscriminatamente le tecniche del moderno cantiere edilizio.

Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originale continuità strutturale e l'utilizzo dei materiali diversi da quelli impiegati dall'antica tecnica costruttiva.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

Il ricorso a materiali analoghi agli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto antico ed, inoltre, evita che si possa creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche.

**Articolo 49.**

**SARCITURA DELLE MURATURE MEDIANTE SOSTITUZIONE PARZIALE DEL MATERIALE  
TECNICA DEL CUCI E SCUCI**

L'obiettivo di questa lavorazione dovrà essere quello di ripristinare l'originaria continuità strutturale degli elementi murari degradati mediante una graduale sostituzione che non dovrà interrompere, nel corso dei lavori, la funzionalità statica della muratura.

L'Appaltatore, quindi, provvederà, delimitata la parte di muratura da sostituire, ad individuare le zone dei successivi interventi che dovranno essere alternati in modo da potere sempre disporre di un quantitativo sufficiente di muratura resistente.

Aprirà una breccia nella prima zona d'intervento ricostruendo la porzione demolita con muratura di mattoni pieni e malta magra di cemento, ammorsando da una parte la nuova struttura con la vecchia muratura resistente e dall'altra parte lasciando le ammorsature libere di ricevere la successiva muratura di sostituzione. Dovrà, in seguito, inserire a forza fra la nuova muratura e la sovrastante vecchia muratura dei cunei di legno da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni e malta fluida fino a rifiuto.

Queste operazioni andranno ripetute per tutte le zone d'intervento.

**Articolo 50.**

**FISSAGGIO DEI PARAMETRI ORIGINALI**

In presenza di porzioni superstiti di paramenti antichi aderenti alla muratura, sia essa costituita da laterizi, tufi, calcari, e comunque realizzata (opera reticolata, incerta, vittata, listata, quasi reticolata, mista, ecc.), l'Appaltatore dovrà fare pulire accuratamente la superficie e rimuovere ogni sostanza estranea.

Procederà, quindi, all'estrazione degli elementi smossi provvedendo alla loro pulizia e lavaggio ed alla preparazione dei piani di posa con una malta analoga all'originale additivata con agenti chimici solo dietro espressa richiesta della D.L..

Eseguirà in seguito, la ricollocazione in opera degli elementi rimossi e la chiusura "sotto quadro" dei giunti mediante la stessa malta, avendo cura di sigillare le superfici d'attacco tra paramento e nucleo con malte preparate in modo idoneo.

Se i paramenti dovessero risultare distaccati dal nucleo murario, l'Appaltatore dovrà procedere come descritto precedentemente ripristinando la continuità strutturale tra paramento e nucleo mediante iniezioni o colaggi di miscele fluide di malta a base di latte di calce e pozzolana vagliata e ventilata o altre mescole indicate dalla D.L..

In presenza di piccole lacune o mancanze limitate a pochi elementi si potrà provvedere all'integrazione con materiale antico di recupero.

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

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 51.**

**SIGILLATURA DELLE TESTE DEI MURI**

Per una buona conservazione delle strutture murarie, si dovrà prevedere la formazione di un volume di sacrificio sulla cresta delle murature. Tale volume si diversificherà a seconda del tipo, dello spessore e della natura della muratura.

L'esecuzione di tale volume dovrà chiaramente distinguersi dalle strutture originarie pur accordandosi con esse.

L'Appaltatore provvederà alla risarcitura, al consolidamento ed alla limitata ricostruzione della struttura per la rettifica e l'integrazione delle lacune secondo i modi indicati per i nuclei e paramenti; quindi, procederà alla realizzazione di uno strato di conglomerato capace di sigillare e smaltire l'acqua piovana. Tale strato dovrà, in genere, essere eseguito armonizzando l'inerte, la pezzatura e la sagoma con l'originaria muratura sottostante mediante "bauletti" realizzati in "coccio pesto", malta bastarda e scaglie di mattoni, ecc..

Si potranno additivare le malte con prodotti di sintesi chimica solo dietro autorizzazione della D.L.

**Articolo 52.**

**RISTILATURE DI PARAMENTI MURALI**

La ristilatura dei giunti di malta sarà sempre preceduta da analisi mirate, sulla composizione chimico fisica dei manufatti e delle malte di allettamento, per determinarne la natura, la provenienza e la granulometria.

La prima operazione di intervento riguarderà l'eliminazione puntuale dei giunti di malta irrecuperabili o incompatibili col paramento, realizzati cioè con malte troppo crude (cementizie), in grado di creare col tempo stress meccanici evidenti. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura utilizzando scalpelli di piccole dimensioni evitando di intaccare il manufatto originale. Seguirà un intervento di pulitura utilizzando pennelli a setole morbide e bidone aspiratutto. Previa abbondante sciacquatura con acqua deionizzata si effettuerà la stilatura dei giunti di malta tramite primo arriccio in malta di calce idraulica esente da sali solubili e sabbia vagliata (rapporto legante inerte 1:2). L'arriccio sarà da effettuarsi utilizzando piccole spatole evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta che con le spatole) si potranno eventualmente proteggere le superfici al contorno utilizzando nastro in carta da carrozziere.

La ristilatura di finitura si effettuerà con grassello di calce e sabbia fluviale con idonee caratteristiche composizionali e granulometriche, eventualmente additivate con sabbie di granulometrie superiori, coccio pesto, polveri di marmo (rapporto leganti-inerti 1:3). La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campioni, e dalla risoluzione cromatica che si vuole ottenere in sintonia con le malte esistenti (per piccole ristilature) o in difformità per distinguerle da quelle esistenti (porzioni di muratura più vaste). Tali scelte saranno esclusivamente dettate dalla D.L. comunque dietro specifica autorizzazione degli organi competenti alla tutela del bene in oggetto. La ristilatura avverrà sempre in leggero sottoquadro e dovrà prevedere una finitura di regolarizzazione tramite piccole spugne inumidite in acqua deionizzata.

Qualora le suddette opere venissero affidate dalla Stazione appaltante ad altra ditta, l'assuntore dei lavori dovrà prestare, ove richiesto, la propria assistenza per la migliore esecuzione delle stesse in conformità di quanto ordinerà la D.L.

**Articolo 53.**

**RIMOZIONE DI STUCCATURE INIDONEE.**

L'intervento riguarda le stuccature e le riprese di tracce e lacune eseguite con malte a base di cemento, nonché quelle che venissero, in ogni momento, ritenute inidonee a giudizio della D.L. Verrà effettuato manualmente con bisturi, lame, microscalpelli e quanto altro occorra usando ogni accorgimento per non intaccare o abradere le zone contigue. Comprenderà l'aspirazione di frammenti residui e polveri e la

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

ripulitura delle lacune mediante pennelli, nonché la fermatura di eventuali scaglie in fase di distacco, la protezione dei bordi ed il consolidamento delle parti circostanti.

Sarà seguita dalla reintegrazione delle lacune da realizzarsi con le modalità di cui al relativo paragrafo del presente Capitolato.

**Articolo 54.**

**CONSOLIDAMENTO MURATURE - GENERALITÀ**

I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purchè queste metodologie, a discrezione della D.L., vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture antiche e siano chiaramente riconoscibili e distinguibili alla muratura originaria.

Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire la reversibilità dell'intervento.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal D.M. 2 luglio 1981 n. 198, dalle successive Circolari Ministeriali n. 21745 e n. 27690, da D.M. 27.07.1985 e dal D.M. 20 novembre 1987.

Ove le opere di consolidamento dovessero rientrare nell'ambito di competenza e di applicazione del citato D.M. 20 novembre 1987, l'Appaltatore sarà tenuto:

- ad eseguire, a suo carico, le verifiche di stabilità in essa previste affidandone la redazione ad un tecnico abilitato fornendone una relazione particolareggiata alla D.L. ed all'Amministrazione appaltante nei termini stabiliti dall'Art. "Oneri ed obblighi a carico dell'Appaltatore" del presente Capitolato;

- ad affidare la direzione della realizzazione dei lavori di consolidamento ad un tecnico abilitato comunicandone il nominativo e l'accettazione dell'incarico.

**Articolo 55.**

**CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI A BASE DI MISCELE LEGANTI**

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore dovrà eseguire un'attenta analisi della struttura al fine di determinare l'esatta localizzazione delle sue cavità.

L'esame potrà essere effettuato mediante tecniche molto usuali come la percussione della muratura oppure ricorrendo a carotaggi o, in relazione all'importanza delle strutture e dietro apposita prescrizione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, ecc.).

In seguito, l'Appaltatore farà asportare lo strato di rivestimento per mettere a nudo la lesione e per meglio esaminare la consistenza del paramento murario.

In presenza di murature in pietrame incerto sarà preferibile non togliere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eccessivo trasudamento della miscela legante.

I punti su cui praticare i fori (in genere 2 o 3 ogni mq.) verranno scelti dalla D.L. in base alla distribuzione delle fessure ad al tipo di struttura.

Nelle murature in pietrame, le perforazioni dovranno essere eseguite in corrispondenza dei punti di giunzione delle malte e ad una distanza che, in relazione alla compattezza del muro, potrà variare dai 60 agli 80 cm..

Nelle murature in mattoni pieni la distanza fra i fori non dovrà superare i 50 cm..

Le perforazioni andranno eseguite distribuendole in modo che le aree delle singole iniezioni vadano a sovrapporsi; ciò si otterrà lasciando fuoriuscire, durante l'iniezione, la miscela dai tubicini "testimoni".

Durante questa lavorazione sarà necessario evitare che le sbavature vadano a rovinare in modo irreversibile l'integrità degli adiacenti strati di rivestimento.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Per agevolare la diffusione della miscela, l'Appaltatore dovrà praticare dei fori profondi quanto la metà dello spessore del muro.

Se lo spessore risulterà inferiore a 60-70 cm., le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; se, invece, supererà i 70 cm. si dovrà lavorare su ambedue le facce; se lo spessore dovesse essere ancora maggiore (1,5-2,0 ml.), o se risultasse impossibile iniettare su entrambi i lati, si dovrà perforare la muratura da un solo lato fino a raggiungere i 2/3 della profondità del muro.

Se la muratura sarà in mattoni pieni, per distribuire meglio la miscela e per interessare i diversi strati orizzontali di malta, andranno praticate perforazioni inclinate di almeno 45 gradi verso il basso fino a raggiungere una profondità di 30-40 cm..

Gli ugelli di iniezione ed i tubicini "testimone" andranno cementati con la stessa miscela d'iniezione resa più densa.

Tutte le lesioni e le eventuali sconnesse fra conci saranno stuccate in modo da non permettere la fuoriuscita della miscela legante.

Prima di iniettare la miscela, dovrà essere effettuato un prelavaggio delle sezioni filtranti sia al fine di saturare la massa muraria sia di mantenere la densità della miscela sia di visualizzare, mediante, l'umidità risorgente dagli intonaci, l'estensione delle zone da trattare e l'esistenza di eventuali lesioni non visibili.

Il lavaggio dovrà essere eseguito con acqua pura e priva di materie terrose, durante la fase del lavaggio andranno effettuate le operazioni supplementari di rinzaffo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

La trasfusione delle miscele leganti all'interno dei fori sarà eseguita a pressione controllata; solo dietro prescrizione della D.L. si dovrà fare ricorso ad un'idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro di facile lettura. La miscela, d'idonea consistenza e composizione, dovrà essere omogenea, ben amalgamata ed esente da grumi ed impurità.

Se il dissesto sarà limitato ed una zona ristretta, dovranno essere risanate, con una pressione non troppo elevata, prima le parti più danneggiate ed inseguito, utilizzando una pressione maggiore, le rimanenti zone.

Dopo un preconsolidamento, che sarà eseguito colando mediante un imbuto una boiaccia molto fluida, andranno effettuate le iniezioni procedendo con simmetria dal basso verso l'alto al fine di evitare pericolosi squilibri di peso e conseguenti alterazioni nella statica della struttura.

La miscela andrà iniettata, in relazione alla consistenza della muratura, mediante una pressione di circa 0,5-1,0 Kg/cmq. che servirà ad agevolare il drenaggio e ad otturare con il ritorno elastico i fori.

Occorrerà, inoltre, in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature, aumentare la pressione d'immissione di 1/2 atmosfera ogni 3 ml. di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica.

La pressione dovrà essere mantenuta costante fino a quando la miscela non sarà fuori uscita dai fori adiacenti o dai tubicini "testimoni".

Dopo l'indurimento della miscela, gli ugelli saranno dismessi ed i fori sigillati con la malta appropriata.

Negli edifici a diversi piani, le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal piano più basso.

### Articolo 56.

#### CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI ARMATE RETICOLO CEMENTIZIO

Le modalità operative, simili a quelle previste per le iniezioni di malte leganti, avranno la finalità di assicurare alla muratura un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione. Durante i lavori di consolidamento, l'Appaltatore dovrà inserire nei fori delle barre metalliche opportunamente distanziate il cui schema distributivo, l'inclinazione ed il calibro saranno scelti dalla D.L. in funzione dei dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo dell'edificio o delle variazioni, apportate nel corso dei lavori di risanamento agli equilibri dei carichi.

I lavori dovranno essere condotti in modo da realizzare, all'interno della muratura, una struttura solidamente interconnessa.

Le armature saranno costituite da tondini in acciaio inossidabile, normali o ad adherenze migliorata, dalle dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto o ordinate dalla D.L..

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**E. IMPERMEABILIZZAZIONI**

**Articolo 57.  
GENERALITÀ**

Qualsiasi tipo d'impermeabilizzazione dovrà essere eseguito con grande attenzione ed accuratezza soprattutto in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; l'Appaltatore avrà l'obbligo di eliminare a proprie spese eventuali perdite che si dovessero manifestare anche a distanza di tempo.

I materiali da impiegare nelle opere d'impermeabilizzazione dovranno possedere le caratteristiche descritte dall'Art. "Materiali diversi" del presente capitolato. Inoltre, potranno essere richiesti dalla D.L.- i requisiti del "Marchio di Qualità" rilasciato dall' I.G.L.A.E. o del "Certificato d' Idoneità Tecnica" dell' I.C.I.T.E.

Per l'esecuzione dei lavori d'impermeabilizzazione l'Appaltatore dovrà rispettare le seguenti disposizioni:

Piani di posa

Dovranno essere il più possibile, lisci, uniformi, privi di irregolarità, di avvallamenti e di polvere.

L'Appaltatore dovrà predisporre i necessari giunti di dilatazione in base alla dimensione ed alla natura di posa di cui dovrà annullare gli imprevedibili movimenti.

Lavori preparatori e complementari

L'Appaltatore dovrà realizzare i piani di posa delle soglie delle porte, dei balconi e dei davanzali in modo che siano in pendenza verso l'esterno. I muri perimetrali ai piani impermeabilizzati dovranno essere eseguiti così da ricavare alla loro base delle incassature i cui sottofondi dovranno essere intonacati e raccordati al piano di posa; quindi, si dovranno collegare le superfici orizzontali con quelle verticali impiegando lo stesso materiale utilizzato per l'impermeabilizzazione.

Le zoccolature di marmo, gres o altro materiale e le facce a vista degli elementi di rivestimento dovranno essere incassate nella parete in modo da non sporgere.

Precauzioni

Durante la realizzazione e la manutenzione di coperture impermeabili, l'Appaltatore dovrà tutelare l'integrità del manto evitando di poggiarvi sopra ritagli di lamiera, pezzi di ferro, oggetti taglienti, piedi di scale, elementi di ponteggi o altra roba pesante.

Rifacimenti

Qualora si dovesse ripristinare una vecchia impermeabilizzazione senza dismetterla, l'Appaltatore dovrà considerarla alla stessa stregua di un piano di posa; dovrà, quindi, eliminare bolle, grinze, parti distaccate o fragili, pulire il manto impermeabile, trattarlo con primer, ripristinarlo impiegando materiali analoghi a quelli preesistenti ed, infine, provvedere alla posa in opera del nuovo.

**Articolo 58.**

**IMPERMEABILIZZAZIONE CON MANTI PREFABBRICATI (Bitume/Polimero)**

Costituiti da bitume, mastici bitumosi e supporti vari in fibre di vetro e di altri materiali sintetici (normali o rinforzati) saranno impiegati in teli aventi lo spessore(variabile in base al tipo di applicazione) prescritto dagli elaborati di progetto; essi dovranno possedere i requisiti richiesti dalle norme UNI 4137(bitumi) e UNI 6825-71 (supporti e metodi di prova).

Oltre al bitume, se prescritto, dovranno anche contenere resine sintetiche o elastomeri.



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

I veli in fibre di vetro, anche se ricoperti da uno strato di bitume, dovranno possedere le caratteristiche prescritte dalle norme UNI 5302, 5958, 6262-67,6484-85, 6536-40, 6718 e 6825.

Le proprietà tecnico-morfologiche delle guaine dovranno corrispondere a quelle stabilite dalle norme UNI 8629 parte 1 e UNI 8202.

La protezione della superficie esterna del manto, ove esso dovesse restare in vista, dovrà essere costituita da fogli di rame o di alluminio, scaglie d'ardesia, graniglia di marmo o di quarzo; questi materiali dovranno essere preparati in base a quanto prescritto dalle norme UNI 3838 (stabilità di forma a caldo, flessibilità, resistenza a trazione, impermeabilità all'acqua, contenuto di sostanze solubili di solfuro di carbonio).

Se il rivestimento di protezione sarà costituito da lamine metalliche dovrà avere uno spessore non inferiore a 8/10 mm., se, invece, sarà di alluminio o di rame il suo spessore non dovrà essere inferiore a 5/10 mm., se, infine, sarà in acciaio inossidabile esso non dovrà essere inferiore ai 18/10 mm.

Lo spessore delle guaine non dovrà essere inferiore, salvo diversa prescrizione, ad 1,5 mm.

Nel collocarle in aderenza, in semi aderenza o in dipendenza, l'appaltatore dovrà tenere in considerazione la pendenza della superficie di posa. In ogni caso la messa in opera dovrà essere preceduta da un trattamento con apposito imprimitore e dall'applicazione sulla superficie del supporto di uno strato di velo di vetro bitumato incollato con bitume a caldo.

1) La posa in aderenza dovrà essere effettuata mediante incollaggio di bitume ossidato a caldo (180-200 gradi centigradi) in ragione di 1,3-1,5 Kg/mq..

2) La posa in indipendenza dovrà essere effettuata stendendo le guaine sullo strato di separazione (che dovrà avere la faccia superiore trattata a talco o sabbata in modo da impedire l'aderenza del manto) e predisponendo, secondo quanto prescritto dagli elaborati di progetto, degli ancoraggi nei terminali mediante sostanze adesive, bitumi a caldo o speciali elementi metallici a pressione.

La giunzione sia laterale che trasversale dei singoli teli di guaina dovrà essere eseguita stendendo i rotoli parallelamente e sovrapponendo i lembi adiacenti per un tratto che non dovrà essere inferiore ai 10 cm..

Effettuata un'accurata pulizia dei lembi con solvente, l'Appaltatore avrà l'obbligo di saldarli con le sostanze adesive consigliate dalla Ditta produttrice della guaina.

Non sarà assolutamente consentito incrociare i teli in modo che, risultino in parte paralleli ed in parte ortogonali rispetto all'andamento delle pendenze.

## F. DISPOSITIVI PER L'ELIMINAZIONE IN MURATURE A CONTATTO CON IL TERRENO DEI FENOMENI DI ASSORBIMENTO DI ACQUA

### Articolo 59.

#### GEOCOMPOSITO DRENANTE

L'Appaltatore dovrà realizzare la stesura di geocomposito ad alta capacità drenante (meglio descritto nel capitolo "Materiali per drenaggi") costituito da un nucleo in georete estrusa in polietilene ad alta densità e da due geotessili non tessuti. La struttura tridimensionale sarà costituita da una georete estrusa in polietilene ad alta densità ad alto peso molecolare. I geotessili nontessuto filtranti saranno posati secondo le specifiche di progetto per la realizzazione di drenaggi verticali o orizzontali.

#### Drenaggio verticale:

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Le trincee drenanti utilizzeranno come corpo drenante un geocomposito in sostituzione dell'usuale materiale inerte. Tali strutture, sebbene di spessore limitato, sono in grado di evacuare elevate quantità d'acqua in considerazione della struttura del nucleo, che garantisce la resistenza alle pressioni di confinamento, e della presenza di filtri ad elevata permeabilità e a basso intasamento.

La trincea sarà realizzata con scavo a sezione stretta e profonda, compatibilmente con le caratteristiche e le condizioni del terreno in sito,

Il tubo **Greendrain** sarà assemblato fuori opera all'**Enkadrain**® a bordo scavo prima e calato in sede nella trincea dall'alto.

Il geocomposito **Enkadrain**® dovrà essere rigidamente fissato in sommità e srotolato dall'alto verso il basso. La cimasa dei non tessuti filtranti va opportunamente sovrapposta in corrispondenza delle giunzioni. Alla base dell'opera va posato il tubo microfessurato di raccolta delle acque, facendo particolare attenzione a proteggerlo con il non tessuto per evitarne l'intasamento. Il riempimento dello scavo avviene con lo stesso materiale scavato in precedenza.

### Drenaggio orizzontale:

Il drenaggio orizzontale sotto la pavimentazione pedonale sarà realizzato secondo i particolari esecutivi di progetto.

Per una corretta realizzazione del sistema di drenaggio, è necessario prevedere un'adeguata pendenza del sottofondo e dei tubi microfessurati di smaltimento delle acque. Nella posa dell'**Enkadrain**® in orizzontale occorre prestare attenzione nell'effettuare la sovrapposizione della cimasa tra rotoli adiacenti.

## Articolo 60.

### GEOGRIGLIA MONODIREZIONALE AD ALTA RESISTENZA

L'Appaltatore dovrà realizzare la stesura di geogriglia monodirezionale costituita da un nucleo di filamenti in poliestere ad alta tenacità densamente raggruppati, paralleli e perfettamente allineati, racchiusi in una guaina protettiva di resina annegati in una massa di polietilene a forma di nastro di larghezza compresa tra gli 80 ed i 90 mm.

La geogriglia sarà costituita dalla saldatura di nastri, costituiti secondo le caratteristiche suddette, con nastri di raccordo di larghezza pari a circa 90 mm circa costituiti da polietilene ed aventi nessuna funzione resistente sì da formare una maglia del geocomposito di 1000 x ...①... mm.

Il geosintetico avrà le seguenti caratteristiche minime:

- deformazione massima sulla curva caratteristica sforzo/deformazione a 120 anni al 40% del carico di rottura nominale  $\leq 5\%$
- massa areica g/mq ...②...
- spessore mm ...③...
- resistenza a trazione longitudinale kN/m ...④...
- resistenza minima per nastro kN(\*) ...⑤...
- deformazione massima al carico di rottura 12 %
- coefficiente di danneggiamento meccanico nella fase di installazione non superiore a ...⑥... per terreni di riempimento granulari con diametro delle particelle non superiore a 125 mm.

Il materiale verrà steso manualmente avendo cura di evitare la formazione di ondulazioni o grinze e sovrapponendo i teli contigui per una larghezza pari ad almeno una maglia.

Tipo	100M	200M	300M	400M	500M	600M	700M	800M
①	180	150	180	180	180	180	180	150
②	465	623	886	1136	1430	1768	1980	2242
③	1.00	1.30	1.80	2.3	2.90	3.50	4.00	3.80

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

④	100	200	300	400	500	600	700	800
⑤	18	36	54	72	90	108	126	120
⑥	1.10		1.05					

**Articolo 61.**

**TUBI DRENANTI PER DRENAGGI SUB ORIZZONTALI IN TRAFORO**

*Tubi in PVC:*

Fornitura e posa in opera di tubo microfessurato in PVC rigido. Il tubo avrà specifico diametro e spessore previsto dalla D.L.

Ogni barra, sarà giuntabile a piè d'opera tramite manicotto filettato. In caso di utilizzo del tubo in preforo si dovrà considerare che l'ingombro massimo verrà definito dal diametro esterno del manicotto filettato.

Le fessure avranno larghezza compresa tra 0,5 e 0,7 mm, saranno realizzate trasversalmente all'asse del tubo e disposte lungo 4 file a 90° tra loro.

Il posizionamento lungo l'asse delle fessure andrà sfalsato sulle diverse file, in modo che una qualsiasi sezione normale all'asse non intercetti più di due fessure, preferibilmente disposte a 180°, per non penalizzare la resistenza meccanica del tubo.

In terreni fini o con riempimenti di inerte non lavato, il tubo dovrà essere priverivestito con calza filtrante ottenuta mediante doppia cucitura di geotessile in polipropilene, avente massa areica non inferiore a 140 g/m<sup>2</sup> e porometria O<sub>90</sub> non superiore a 110 micron.

*Tubi in HDPE:*

Fornitura e posa in opera di tubo per drenaggio in HDPE, con struttura a doppia parete, corrugato all'esterno e liscio internamente, con piede di posa ricavato nella parete. Il tubo avrà la morfologia "tipo D" descritta nella norma DIN 4262/1.

Il diametro del tubo sarà dimensioni specificate dalla D.L.

Le fessure drenanti dovranno avere larghezza compresa tra 0,8 e 1,4 mm. Il tubo sarà fessurato con specifica tipologia di dreno e l'area totale delle fessure sarà di almeno 50 cm<sup>2</sup> per ogni metro di tubo.

La forza antagonista misurata su un provino, lungo 30 cm, mantenuto per un'ora a deformazione assiale del 10%, sarà in conformità alla norma DIN 4262.

Il tubo verrà fornito in barre di lunghezza non inferiore a 6 m e sarà caratterizzato da un coefficiente di scabrezza pari a 0,135 mm.

In terreni limosi, limo-sabbiosi o con riempimenti di inerte non lavato, il tubo dovrà essere priverivestito con calza filtrante ottenuta mediante doppia cucitura di geotessile in polipropilene, avente massa areica non inferiore a 140 g/m<sup>2</sup> e porometria O<sub>90</sub> non superiore a 110 micron.

**Articolo 62.**

**CANALETTE A "U" IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATO**

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Si tratta di elementi a canaletta, prefabbricati in calcestruzzo di cemento, turbovibrocompressi a sezione nominale interna a U confezionati con alti dosaggi di cemento ed aventi un peso specifico non inferiore a 2.4 Kg/dcm, con armatura adeguata in acciaio Feb 44 k cont.

Le condotte dovranno rispondere alle particolari esigenze degli scarichi a cielo aperto, e le pareti verticali devono essere adeguate a sopportare la spinta laterale del terreno e quella dovuta agli eventuali carichi in transito in prossimità delle stesse, i canali così realizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalle norme vigenti e rispondenti ai disegni costruttivi e calcoli allegati elaborati per sopportare carichi negli stessi indicati.

Gli elementi dovranno essere posti in opera su base continua di calcestruzzo a consistenza plastica e resistenza caratteristica non inferiore a Rck 200, armata con rete elettrosaldada di acciaio Feb 44 K, di diametro e maglia indicata dalla D.L, sovrapponendo maglia a maglia sulle giunzioni, con specifico spessore minimo, e tali elementi dovranno risultare rettilinei, compatti, levigati, senza fessure e con sezione interna che non presenti apprezzabili deformazioni in modo che ogni elemento possa combaciare perfettamente con il seguente.

Ciascun elemento dovrà avere una lunghezza non inferiore a m 1 e terminare con apposito incastro maschio-femmina alle due estremità, onde permettere le giunzioni che assicurino il collegamento tra gli stessi in modo da evitare possibili sbandamenti e l'assetto caratteristico di continuità del canale.

Le giunzioni così ottenute devono essere stuccate internamente con apposita malta antiritiro riempiendo il vano testata fra gli elementi a mo di sigillatura. I manufatti devono essere dotati di inserti idonei, oppure di due fori passanti realizzati sulle pareti ad altezza adeguata e in asse di baricentro in modo da consentire il sollevamento e la movimentazione; tali operazioni devono essere eseguite con apposito "bilancino" tramite autogrù di adeguata potenza per l'inserimento della punta maschio nella femmina evitando tassativamente l'uso della benna o similari, nel rispetto del D.Lgs. 494 in riferimento al "Piano di Sicurezza", l'Ente Appaltante darà a questo proposito una stesura di sintesi essenziale dalla quale non si può derogare.

La preparazione della base continua (piano di posa) a fondo scavo dovrà essere eseguita previa posa in opera di guida di precisione disposta trasversalmente all'asse di scavo, ad interasse non superiore a m 4,0 e di larghezza non inferiore alla larghezza del condotto per l'esatta determinazione delle livellette. Per la collocazione di detti correnti l'impresa è tassativamente obbligata a fare uso costante di apparecchiature a raggio laser.

### *Solo se necessario:*

Le condotte dovranno essere trattate internamente con resine epossidiche a base di catrame dello spessore minimo di 400 micron (due mani) aventi il 50% di resine ed il 50% di catrame (costo da sommare).

La D.L. potrà fare verificare a laboratorio di propria fiducia la rispondenza delle condotte, delle armature, ogni spesa sarà a carico della ditta Aggiudicataria della fornitura. Nel prezzo è compresa altresì la stuccatura e sigillatura degli eventuali fori di aggancio con idonea malta antiritiro.

Le canalette dovranno essere datate e marchiate dalla ditta costruttrice, non saranno accettate se non aventi almeno 20 giorni di stagionatura, e comunque dovranno essere controllate nelle varie fasi della produzione secondo quanto previsto dalle tabelle della I e V Guida Applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in cls e dei parametri sotto indicati:

- resistenza alla rottura per compressione del calcestruzzo *minimo* 400 Kg/cmq
- rapporto acciaio armatura-calcestruzzo *minimo* ..... Kg/mc

Dimensioni nominali interne: base mm .....

altezza mm .....

Pareti spessore mm .....

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**G. TRATTAMENTI CONSERVATIVI**

**Articolo 63.**

**PULITURA DI MANUFATTI EDILI IN GENERE**

La pulitura avrà lo scopo di rimuovere dalla superficie del materiale le sostanze estranee, avvalendosi di metodi fisici e/o chimici da impiegare con gradualità e intensità diversa in rapporto al tipo di sostanza che si intende eliminare ed alle caratteristiche e condizioni del materiale cui dovrà applicarsi.

Prima di iniziare qualsiasi intervento di pulitura, specie nel caso di manufatti antichi, occorrerà innanzitutto valutare attentamente cosa può e deve essere rimosso dalle superfici, onde scongiurare il rischio di asportare ritocchi, velature e abbassamenti di tono eseguiti con tecniche diverse, ma contestuali alla redazione dell'opera. Le operazioni di pulitura non potranno comunque presumere di ripristinare la cromia originaria dell'opera, ma dovranno limitarsi a rimuovere lo sporco e le sostanze depositatesi sulla superficie, con speciale riguardo agli agenti ed ai prodotti di alterazione, nonché le ridipinture e i trattamenti esteriori deturpanti e/o realizzati con materiali e tecniche pregiudizievoli alla conservazione dell'opera.

Per la loro delicatezza i lavori di pulitura necessitano di un'approfondita analisi preliminare sia della specifica natura del degrado sia dello stato di consistenza fisico-materica dei manufatti per determinare la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate di intervento (raccomandazioni NORMAL).

All'Appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L. In ogni caso ciascun intervento di pulitura dovrà essere preceduto da appositi test e sarà definito puntualmente, partendo sempre da operazioni più blande per passare via via a quelle più forti. La pulitura dei materiali non dovrà mai intaccare la patina naturale prodotta dall'invecchiamento e dalle alterazioni indotte dalla esposizione alla luce ed all'aria dei manufatti.

La pulitura dei materiali porosi (pietre, cotti, intonaci) deve in primo luogo rimuovere dalla loro superficie le sostanze deterio gene, rispettando, quando esista ancora, la patina naturale - che oltre a caratterizzarne la facies estetica può esercitare un'azione protettiva sul materiale retrostante - ed allontanando i prodotti di reazione (croste nere, efflorescenze, macchie) che possono far proseguire l'azione di deterioramento. Inoltre, dal momento che spesso si interviene su materiale già profondamente degradato, il trattamento di pulitura deve essere attentamente calibrato: non deve provocare un ulteriore indebolimento, a livello micro o macroscopico, esercitando un'azione troppo incisiva; non deve asportare frammenti indeboliti, decoesionati o esfoliati; non deve attivare sostanze che possono risultare dannose; deve arrestarsi, per proseguire con altre tecniche qualora l'asportazione dei depositi possa compromettere l'integrità dei materiali.

In base all'azione chimico-fisica che svolgono sulle superfici dei materiali, i sistemi di pulizia vengono così classificati:

- aggressivi, quando operano un forte attacco fisico-chimico;
- parzialmente aggressivi, quando la loro azione risulta più attenuata;
- ad aggressività controllata, quando la loro azione aggressiva è facilmente controllabile;
- non aggressivi quando non operano alcuna azione chimico-fisica.

Prima di iniziare a pulire i manufatti di particolare valore storico-artistico, l'Appaltatore dovrà fare analizzare le croste e le superfici dei materiali al fine di determinare sia la natura, la consistenza e la reattività chimica della sostanza inquinante che l'inerzia chimica, la compattezza e la porosità delle superfici.

Dovrà, altresì, adottare esclusivamente sistemi non aggressivi o ad aggressività controllata utilizzando prodotti aventi caratteristiche conformi a quelle richieste dall'Art. "Prodotti per la pulizia dei manufatti lapidei" del presente capitolato.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Dovrà, infine, prima di procedere alla pulizia, controllare i risultati forniti dall'esame delle superfici campione già trattate con i sistemi richiesti e tenere presente che sarà assolutamente vietato asportare durante l'esecuzione della pulizia, parti anche minime di materiale lapideo o eliminare la tipica colorazione denominata patina.

### Articolo 64.

#### BONIFICA DALLA VEGETAZIONE E DAGLI ATTACCHI BIOLOGICI

*Bonifica da macro e microflora* - Un particolare tipo di pulitura è quello che riguarda la bonifica dell'ambiente circostante al materiale, o la sua stessa superficie, da vegetazione inferiore o superiore e apparati radicali di piante infestanti. Questi trattamenti possono essere effettuati in maniera meccanica e/o spargendo disinfestanti liquidi (da applicare a pennello o con apparecchiatura a spruzzo), in gel o in polvere, ripetendo il trattamento periodicamente. E necessario impiegare prodotti la cui capacità tossica decada rapidamente, in modo da non accumularsi nel terreno, e la cui efficacia sia il più possibile limitata alle specie invasive da eliminare.

Questi tipi di trattamenti andranno sempre effettuati con la massima cura ed in piena sicurezza per gli operatori, sempre e comunque autorizzati dalle autorità competenti alla tutela del bene, dietro specifica autorizzazione e controllo della D.L.

Mai da effettuarsi in maniera generalizzata, ma puntuale e finalizzata previa l'acquisizione di tutti i dati necessari per la conoscenza precisa del materiale sottostante (consistenza fisico-materica, composizione chimica), del tipo di infestante presente e del tipo di prodotto da utilizzarsi.

La eliminazione della vegetazione infestante dovrà avere inizio con una estirpazione frenata, cioè una estirpazione meccanica che assolutamente non alteri i materiali componenti la muratura.

Tutte le specie arboree ed erbacee dovranno essere estirpate nel periodo invernale, tagliati a raso con mezzi adatti, a basso spreading di vibrazioni.

In ogni caso sempre si dovranno tenere presenti i seguenti fattori:

- la resistenza allo strappo opposta dalle radici;
- l'impossibilità di raggiungere con mezzi meccanici le radici ed i semi penetrati in profondità, senza recare danni ulteriori alla struttura muraria da salvaguardare;
- le modalità operative che si incontrano nel raggiungere, tutte le parti infestate.

L'operazione di controllo e di eliminazione della vegetazione spontanea dovrà garantire il pieno rispetto delle strutture e dei paramenti dell'edificio su cui si opera sarà quindi necessario intervenire con la massima cautela, sempre utilizzando prodotti chimici a completamento dell'intervento di estirpazione meccanica che mai riuscirà a soddisfare i requisiti di cui sopra.

L'utilizzo di sostanze chimiche dovrà offrire tutte le garanzie necessarie, consentendo con una semplice irrorazione di eliminare tutte quelle essenze non gradite.

I requisiti fondamentali di un formulato ottimale per il controllo della vegetazione spontanea saranno:

- assenza di qualsiasi azione fisica o chimica, diretta o indiretta nei riguardi delle strutture murarie che debbono essere trattate;
- il prodotto nella sua formulazione commerciale dovrà essere incolore, trasparente e non lasciare, dopo l'applicazione, residui inerti stabili. Sono da escludersi pertanto tassativamente tutti quei prodotti colorati, oleosi e che possono lasciare tracce permanenti del loro impiego;
- neutralità chimica;
- atossicità nei riguardi dell'uomo, degli animali domestici e selvatici;
- assenza di fenomeni inquinanti per le acque superficiali e profonde delle zone interessate all'applicazione.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

il principio attivo dovrà essere stabile, dovrà cioè restare nettamente entro i limiti della zona di distribuzione, senza sbavature, che potrebbero estendere l'azione del formulato anche in altri settori che non sono da trattare.

Per la esecuzione degli interventi sarà consentito l'uso dei seguenti prodotti:

### - Clorotriarzina

Il prodotto posto in commercio con il marchio Primatol M50, è una polvere bagnabile al 50% di principio attivo ed è stato assegnato alla terza classe tossicologica. L'inerzia chimica del principio attivo e la scarsissima solubilità, lo rendono molto stabile. Poichè agisce principalmente per assorbimento radicale, sarà particolarmente indicato per il trattamento delle infestanti sia a foglia larga (dicotiledoni) che a foglia stretta (graminacee).

### - Metositriazina

Il prodotto posto in commercio con il marchio Primatol 3588, è formulato in polvere bagnabile al 25% di principio attivo, con il 2% di CS 13529 ed è stato assegnato alla terza classe tossicologica. Per le sue caratteristiche chimiche è molto stabile nel terreno, ove penetra a maggior profondità rispetto al formulato precedente.

Questo agirà per assorbimento radicale e fogliare, sarà quindi caratterizzato da una vasta gamma di azione anche su infestanti molto resistenti. Sarà particolarmente adatto per applicazioni su strutture murarie.

Dopo l'applicazione di questi formulati, sarà necessario controllarne l'efficacia dopo un periodo di almeno 60 gg.

Durante la fase operativa dovrà sempre essere tenuto presente il concetto fondamentale del rispetto assoluto delle strutture murarie e dei paramenti da difendere ed anche delle eventuali essenze da salvare, scegliendo la via della moderazione e della prudenza.

### - Eliminazione di alghe, muschi e licheni

Muschi, alghe e licheni crescono frequentemente su murature di edifici in aree fortemente umide, in ombra, non soggette a soleggiamento, o, ancora, perchè alimentate da acque di risalita, meteoriche, disperse, da umidità di condensazione.

Nei limiti del possibile quindi, prima di operare qualsiasi intervento a carattere diretto, sarà necessario eliminare tutte quelle cause riscontrate al contorno generanti le patologie, per evitare che l'operazione di disinfestazione perda chiaramente efficacia.

Muschi, alghe e licheni possono esercitare negative azioni chimiche e meccaniche sul substrato che li ospita provocandone la progressiva disgregazione o fenomeni di corrosione, interferendo cromaticamente sull'aspetto delle superfici interessate per impedirne una corretta lettura. L'azione di alcuni tipi di alghe e batteri può portare di concentrare il ferro all'interno di paramenti superficiali, dove esso si ossida e carbonitica, macchiando i paramenti stessi in maniera profonda. I licheni, forme simbiotiche di alghe e funghi sono in particolare molto dannosi: penetrando nelle microfessure delle murature con i loro talli, possono esercitare pressioni sulle pareti delle stesse e comunque introdurre soluzioni chimiche corrosive (acido carbonico, ossalico,...).

La disinfestazione contro la presenza di alghe cianofee e clorofee sarà effettuata mediante appropriati stili di ammonio quaternario (cloruri di alchilidimetilbenzilammonio) si potrebbero utilizzare altri prodotti come il formolo ed il fenolo, pur essendo meno efficaci del precedente.

Sempre per l'operazione di disinfestazione contro le alghe potranno essere utilizzati composti di rame quali il solfato di cupitetramina (NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>CuSO<sub>4</sub> e i complessi solfato di rame idrazina CuSO<sub>4</sub>-(N<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, o anche i sali sodici dell'acido dimetiltiocarbammico e del mercaptobenzotriazolo.

I biocidi di cui al presente paragrafo sono generalmente solubili in acqua e saranno utilizzati per l'operazione di disinfestazione in soluzioni all'1/3%.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

I trattamenti potranno essere ripetuti qualora si ritenesse necessario, e andranno sempre conclusi con abbondanti lavaggi con acqua per eliminare ogni residuo di biocida. Nei casi più ostinati e difficili, potranno essere utilizzate soluzioni più concentrate, eventualmente sospese in fanghi o paste opportune (mediante argilla, metilcellulosa,...) e lasciate agire per tempi sufficientemente lunghi (1 o 2 giorni).

Per evitare l'uso di sostanze velenose per l'uomo e pericolose per i materiali costituenti le murature, contro alghe cianoficee e cianobatteri, si potrà operare una sterilizzazione mediante l'applicazione di radiazioni ultraviolette di lunghezza d'onda da definirsi, ottenute con lampade da 40W poste a circa 10/20 cm dal muro e lasciate agire ininterrottamente per una settimana.

Sarà necessario prendere precauzioni particolari nella protezione da danni agli occhi degli operatori.

Poichè i muschi crescono su substrati argillosi depositati sulle murature e formano sulla superficie di queste escrescenze ed anche tappeti uniformi piuttosto aderenti, sarà necessario far precedere alla disinfestazione vera e propria una loro rimozione meccanica a mezzo di spatole e altri strumenti (pennelli a setole rigide,...) onde evitare di grattare sulle superfici dei manufatti. L'operazione successiva consisterà nell'applicazione del biocida che potrà essere specifico per certe specie oppure a vasto raggio di azione.

Si potrà ancora agire contro muschi e licheni mediante la applicazione di una soluzione acquosa all'1-2% di ipoclorito di litio.

Nel caso di licheni si potrà anche adottare l'uso di acqua ossigenata a 130 vol.

Tutti i biocidi menzionati, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela, in quanto possono risultare irritanti, specie in soggetti sensibili, o creare allergie, o essere pericolosi per gli occhi e le mucose.

Si dovranno quindi sempre impiegare, nella loro manipolazione, guanti ed eventuali occhiali, osservando le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'uso di prodotti chimici velenosi.

Per le specifiche modalità esecutive delle operazioni sopra indicate l'Appaltatore dovrà comunque attenersi a quanto nel presente Capitolato, alle prescrizioni del Piano della sicurezza ed alle disposizioni che di volta in volta impartirà la Direzione lavori.

### Articolo 65.

#### METODI PER LA PULIZIA DI EDIFICI MONUMENTALI

Il primo livello di pulitura riguarderà essenzialmente i depositi incoerenti (generalmente formati da polveri e particellato atmosferico carbonioso o terroso) che si accumulano per gravità o dopo essere state veicolate da acqua (efflorescenze saline) e che non realizzano alcun tipo di coesione o di reazione con il materiale sottostante.

Per rimuovere i materiali incoerenti sono sufficienti blandi sistemi meccanici: aspiratori, stracci, scope e spazzole in fibra vegetale, aria compressa. Questi metodi possono venire integrati dall'impiego puntuale di bisturi, spatole, piccole spazzole in nailon o metalliche.

Un secondo livello di pulitura prevede la rimozione di depositi composti esclusivamente o prevalentemente da sostanze allo gene che tendono a solidarizzarsi alla superficie del manufatto con un legame essenzialmente meccanico, senza intaccare (o intaccando in minima parte) la natura chimica del materiale. L'entità e la coesione di questi depositi dipende dalla porosità del materiale. Le sostanze da rimuovere possono essere ancora particellato atmosferico, penetrato in profondità, magari veicolato da acqua, oppure sali (carbonati) depositati per esempio da acqua di dilavamento, o presenti come macchie.

Per rimuovere i depositi fortemente coesi e solidarizzati i metodi sopra elencati possono essere integrati da cicli di pulitura più incisivi, che trovano larga applicazione soprattutto nel trattamento dei materiali di rivestimento e, in generale, di pietre, murature, malte e, in molti casi (ad esclusione dei sistemi che impiegano acqua), anche di legno e metalli.



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Un terzo livello di pulitura prevede invece la rimozione dello strato superficiale che si forma sul materiale allorché le sostanze esterne, volatili o solide, si combinano con il materiale di finitura, mutandone la composizione chimica e dando origine a prodotti secondari di reazione: è il caso dell'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche o dei prodotti gessosi, definiti croste, che si formano sui materiali lapidei. Perdurando l'apporto delle sostanze patogene dall'esterno, si ha un progresso continuo dell'attacco in profondità, con distacco e caduta delle parti esterne degradate.

Affinché la pulizia manuale non risulti particolarmente aggressiva, l'Appaltatore dovrà eseguirla adoperando esclusivamente di saggina o di nylon. Sarà assolutamente vietato utilizzare spatole, raschietti, carte abrasive (anche a grane sottile) a pietra pomice salvo diverse disposizioni della D.L. relative a superfici di limitata estensione.

Se autorizzato, l'Appaltatore potrà lavorare con piccoli trapani sulle cui punte monterà delle speciali frese in nylon o setola.

Oltre ai sistemi meccanici più o meno blandi sopra indicati si prevede quindi l'impiego dei seguenti sistemi di pulitura:

### METODI FISICI:

*Spray di acqua a bassa pressione* (3-4 atmosfere). I risultati migliori si ottengono nebulizzando o, meglio, atomizzando l'acqua, tramite appositi ugelli, in numero adeguato alla superficie da pulire: le goccioline d'acqua rimuovono i composti solubili e, data la piccola dimensione, raggiungono capillarmente la superficie da trattare.

Non andrà applicato a materiali che possono essere danneggiati dall'acqua (molti tipi di rivestimenti, oltre naturalmente a legno e metalli) o che sono formati da sostanze solubili o comunque poco resistenti all'azione solvente dell'acqua (come molte pietre, malte e pitturazioni). Dato che il sistema, per essere efficace, richiede tempi di esercizio piuttosto ampi (1-2 giorni), è opportuno provvedere alla raccolta dell'acqua impiegata in grande quantità. L'irrorazione utilizzerà una pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna di almeno 14 gradi centigradi ed effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature.

È fondamentale impiegare acqua deionizzata, priva di impurità e di sali in soluzione, che si depositerebbero sulla superficie trattata. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron.. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine scambioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro, gruppo motopompa a rotore in PVC per la adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori, la formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili con ugelli conici per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

*Impacchi di argille assorbenti* - Se vi sono problemi di esercizio legati all'acqua dispersa, si può applicare sul materiale di superficie un impacco di speciali argille (attapulgate e sepiolite, due silicati idrati di magnesio, oppure bentonite) imbibite di acqua, dopo aver bagnato anche il materiale con acqua distillata. In un primo momento l'acqua solubilizza i composti gessosi delle croste e gli eventuali sali presenti; l'argilla agisce poi da spugna, cedendo vapore acqueo all'atmosfera e assorbendo acqua dal materiale cui è applicata, con tutte le sostanze in soluzione, che vengono asportate con l'impasto, una volta che si sia essiccato. La granulometria dei due tipi di argilla dovrà essere di almeno 100-200 Mesh. Dovranno essere preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro lavorazione in spessori di 2-3 cm. Per rallentare il processo di evaporazione dell'acqua potranno essere sigillate con fogli di polietilene. Potranno inoltre essere caricate con resine scambiatrici di ioni.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

*Microaeroabrasivo* - La microsabbatura di precisione tramite microaeroabrasivo utilizza aria compressa disidratata ed ugelli in grado di proiettare microsferi di vetro o di allumina del diametro di qualche decina di micron. Il vantaggio dell'impiego della microsabbatura risiede nella possibilità di esercitare l'azione abrasiva con grande puntualità e con gradualità, anche in zone particolarmente sfavorevoli (sottosquadri, cornici), regolando la pressione di esercizio (0.5-1.5 atm) per essere impiegata al meglio, e per la delicatezza dell'apparecchiatura, richiede l'intervento di operatori particolarmente qualificati e su superfici poco estese. È applicabile, con le dovute accortezze, sui manufatti lapidei.

In aggiunta o a complemento dei precedenti sistemi sarà ammesso, previo parere della competente Soprintendenza ed in accordo con la D.L., anche il ricorso alle seguenti metodiche:

*Ultrasuoni* - Utilizzati generalmente in veicolo acquoso, richiedono una notevole perizia nell'impiego in quanto possono generare microfratture all'interno del materiale. Sempre da utilizzarsi in maniera puntuale e dietro autorizzazione specifica della D.L.

*Apparecchiatura laser* - L'apparecchiatura selettiva laser, ad alta precisione, è in grado di rimuovere depositi carbogessosi da marmi e da materiali di colore chiaro. Sottoposti ad impulsi successivi (spot) di raggio laser, i depositi di colore scuro vengono portati istantaneamente ad altissima temperatura e vaporizzati senza apprezzabile propagazione di calore e di vibrazioni alle parti sottostanti di colore chiaro, che riflettono il raggio. Il laser permette di rispettare integralmente la patina di materiali sui quali siano presenti croste e depositi nerastri; per contro ha alti costi di esercizio, dovuti alla specificità dell'apparecchiatura e ai tempi di intervento.

È fatto invece assoluto divieto di impiegare qualsiasi tipo di sabbatura e idrosabbatura, anche utilizzando abrasivi sintetici o naturali a pressioni piuttosto basse (500-2000 g/m<sup>2</sup>), l'uso di spazzole rotanti in ferro, di scalpelli o di dischi e punte abrasive, nonché di acqua o vapore ad alta pressione e temperatura.

### METODI CHIMICI

Si basano sull'applicazione di reagenti che intaccano le sostanze leganti dei depositi; sono per lo più sali (carbonati) di ammonio e di sodio, da applicare con supporti di carta giapponese o compresse di cellulosa, per tempi che variano da pochi secondi a qualche decina di minuti, a seconda del materiale da trattare e dello spessore delle croste.

Altre tecniche di pulitura di tipo chimico prevedono l'aspersione delle superfici dei materiali con:

- a) alcali - a ph 7-8, come il bicarbonato di ammonio e/o di sodio, da non impiegarsi per calcari e marmi porosi (possono portare alla formazione di sali);
- b) carbonato di ammonio - diluito al 20% in acqua, utile ad eliminare sali di rame;
- c) solventi basici - per la eliminazione degli oli (butilammina, trietanolammina);
- d) solventi clorurati - per la eliminazione di cere.

Questi prodotti estendono quasi sempre la loro azione anche al materiale sano e portano alla comparsa di macchie, vanno quindi attentamente calibrati, testati e finalizzati in relazione al supporto;

- e) solventi alifatici o sverniciatori - per rimuovere anche notevoli spessori di vernice da legno e metallo senza intaccare il materiale sottostante (toluene, metanolo e ammoniaca per vernici e bitume);
- f) impacchi biologici - per la pulitura dei materiali lapidei da croste consistono nell'applicazione di prodotti a base ureica in impasti argillosi, da coprire con fogli di polietilene e da lasciare agire per diverse decine di giorni, prima di rimuovere il tutto e disinfettare la superficie trattata. L'efficacia dell'impacco biologico è legata allo sviluppo di colonie di batteri che intaccano i leganti gessosi delle croste.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Nella scelta di uno dei sistemi di pulitura presentati o di più sistemi da impiegare sinergicamente, bisogna considerare che l'azione di rimozione del materiale di deposito può comunque intaccare irreversibilmente anche la superficie da pulire. Spesso è impossibile rimuovere completamente i depositi dalla superficie dei materiali senza distruggerla: è il caso in cui le sostanze esterne siano penetrate troppo in profondità, o siano fissate così solidamente da essere raggiunte dai sistemi di pulitura. In questi casi è conveniente rinunciare ad un intervento approfondito, a meno che ciò non sia assolutamente pregiudizievole per la vita residua del materiale stesso.

*Impacchi di tipo chimico* – La rimozione di depositi superficiali di particellato, di sostanze grasse, di croste, film protettivi ecc.. si basa sull'applicazione di reagenti che intaccano le sostanze leganti dei depositi. Tali impacchi sono costituiti da sali di ammonio da applicare con compresse di cellulosa o semplici tamponature con spugne, per tempiche variano da pochi secondi a qualche decina di minuti a seconda del materiale da trattare e dello spessore delle croste.

La pulitura definitiva con compresse imbevute di soluzioni di sali inorganici quali carbonato di ammonio, successivamente sciacquato con acqua demineralizzata, si deve eseguire previa realizzazione di saggi per la scelta della soluzione e dei tempi di applicazione idonei.

### Articolo 66.

#### IMPREGNAZIONE DI MANUFATTI EDILI

##### Generalità

I lavori di impregnazione di manufatti edili da effettuare mediante sostanze idrofobizzanti o consolidanti dovranno essere preceduti da analisi da eseguire, se richiesto secondo le prescrizioni contenute nell'Art. "Indagini preliminari ai lavori di Restauro" del presente capitolato, atte a stabilire in base al degrado il tipo di formulato da impiegare.

La quantità di prodotto da utilizzare sarà decisa dalla D.L. in funzione della:

- porosità dei materiali;
- struttura molecolare dell'impregnante;
- qualità della sostanza impregnante;
- modalità di applicazione.

L'Appaltatore, prima di procedere a qualsiasi tipo di applicazione avrà l'obbligo di:

- eliminare le fessure, i giunti, le sconnessure e qualsiasi altro difetto costruttivo;
- accertare mediante prove applicative la compatibilità dell'impregnante con le malte o gli intonaci alcalini;
- eliminare ogni possibile infiltrazione d'acqua al fine di evitare possibili migrazioni di sali all'interno del muro;
- eliminare dal manufatto qualsiasi traccia di solventi, detersivi, depositi organici ed efflorescenze saline;
- proteggere le superfici che potrebbero essere danneggiate dall'intervento;
- eseguire l'impregnazione con temperature ambientali comprese fra i 5 gradi ed i 25 gradi centigradi;
- proteggere dalla pioggia per almeno un giorno le superfici impregnate.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 67.**

**OPERAZIONI DI PULITURA DI SUPERFICI LAPIDEE**

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 ed esecuzione di prove di pulitura**

Prima di eseguire le operazioni di pulitura è opportuno attenersi a delle specifiche procedure al fine di salvaguardare l'integrità del materiale e, allo stesso tempo, prepararlo in modo da garantire l'efficacia, più o meno incisiva, dell'intervento. Le operazioni preliminari comprendono:

- analisi puntuale e dettagliata della consistenza dei materiali da pulire al fine di avere un quadro esplicativo relativo alla loro natura, compattezza ed inerzia chimica;
- analisi dei prodotti di reazione, così da poter identificare la loro effettiva consistenza, la natura e la reattività chimica;
- preconsolidamento (preferibilmente reversibile) se si riscontra la necessità, del materiale prima di iniziare la pulitura;
- esecuzione delle prove prescelte su campioni di materiale;
- analisi dei risultati ottenuti sulla superficie campione prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

Lo scopo che ogni operazione di pulitura, indipendentemente dal sistema prescelto, deve prefiggersi è quello di asportare dalla superficie ogni tipo di deposito incoerente, in particolar modo quelli che possono proseguire il deterioramento del materiale. La facilità o difficoltà dell'asportazione e, di conseguenza, il ricorso a metodologie più o meno aggressive, dipende strettamente dalla natura del deposito stesso:

- depositi incoerenti (particellato atmosferico terroso o carbonioso) che non risultano coesi con il materiale o derivati da reazione chimica, depositati per gravità, o perché veicolati dalle acque meteoriche o di risalita (efflorescenze saline);
- depositi incoerenti (particelle atmosferiche penetrate in profondità, sali veicolati dall'acqua di dilavamento ecc.) che tendono a solidarizzarsi alla superficie del materiale tramite un legame meccanico, non intaccando, però, la natura chimica del materiale;
- strato superficiale derivato dalla combinazione chimica delle sostanze esterne (volatili o solide) con il materiale di finitura; i prodotti di reazione che ne derivano sono, ad esempio, le croste (prodotti gessosi) e la ruggine (ossidi di ferro).

La rimozione dei depositi incoerenti presenti sul materiale che, a differenza delle croste, non intaccano la natura chimica del materiale, potrà essere eseguita ricorrendo a dei sistemi meccanici semplici, facili da applicare come ad esempio: stracci, spazzole di saggina, scope, aspiratori ecc. integrati, dove il caso specifico lo richiede, da bisturi, piccole spatole e lavaggi con acqua; invece nel caso in cui si debbano asportare depositi solidarizzati con il materiale, sarà conveniente ricorrere a dei cicli di pulitura più consistenti come, ad esempio, tecniche di pulitura a base d'acqua, pulitura con impacchi acquosi o con sostanze chimiche, pulitura meccanica, pulitura mediante l'uso di apparecchi aeroabrasivi, sabbatura controllata ecc.

Ogni qualvolta si utilizzeranno sistemi di pulitura che implicheranno l'uso di considerevoli quantitativi d'acqua (spray di acqua a bassa pressione, idropulitura, acqua nebulizzata, acqua atomizzata ecc.) dovrà essere pianificato in sede di cantiere, prima di procedere con l'intervento, il sistema di raccolta e di convogliamento del liquido e dovrà essere prevista la protezione (mediante l'utilizzo di teli impermeabili) delle parti che, non essendo interessate dall'operazione di pulitura (serramenti, vetri ecc.), potrebbero essere danneggiate durante la procedura.

Ogni procedura di pulitura, in special modo se caratterizzata dall'utilizzo di prodotti specifici anche se prescritti negli elaborati di progetto, dovrà essere preventivamente testata tramite l'esecuzione di campionature eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; in ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

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 tratterà di soluzioni, cioè scioglimento di un solido in un liquido, rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

### Sistemi di pulitura per gli elementi lapidei

I materiali lapidei rientrano nella categoria dei materiali a pasta porosa e come tali risentono particolarmente dell'azione disgregatrice operata dalle condizioni al contorno. La superficie, generalmente lavorata, a contatto con gli agenti atmosferici è sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimico-fisiche che portano, nel corso degli anni, alla formazione di una patina superficiale, non dannosa, una sorta di protezione naturale che si limita ad alterare solo l'aspetto cromatico del materiale. Attualmente, le sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera ostacolano la formazione della patina attaccando direttamente i materiali lapidei favorendone la disgregazione e l'insorgenza di croste nere. L'intervento di pulitura su questo tipo di materiali deve, principalmente, essere indirizzato ad eliminare la presenza di efflorescenze, croste nere, macchie ecc. che provocano il lento deterioramento della materia e, laddove è presente, conservare la patina naturale.

Le croste nere che ricoprono gli elementi lapidei, costituiscono un tipo di degrado che più di altri può alterare lo stato di fatto del materiale; oltre a mascherare le policromie, annullando l'originale gioco di luci e di ombre caratteristico degli apparati decorativi, sono una fonte pericolosa di sali solubili e la loro persistenza fa sì che la superficie sia sempre a contatto con le sostanze inquinanti. La presenza di croste nere può inoltre accentuare l'effetto di variazioni termiche, che accelerano il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra provocando il distacco di frammenti.

### Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione

Tecnica particolarmente adatta quando si tratterà di rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili legati con gesso o calcite secondaria, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi, è sconsigliata in presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) e contenenti percentuali di gesso elevate (tra il 20% e il 30%) poiché i tempi di applicazione troppo lunghi potrebbero recare danni al materiale. La superficie da trattare sarà invasa da getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm) proiettati con l'ausilio di ugelli (simili a quelli comunemente usati negli impianti di irrigazione o in orticoltura) indirettamente dall'alto verso il basso, in modo tale da giungere sul materiale in caduta. Quest'operazione di pulitura, oltre all'azione chimica, svolgerà anche una moderata azione meccanica e dilavante, (dovuta al moderato ruscigliamento), grazie alla quale gran parte dei sali solubilizzati potranno essere rimossi. Importante è tenere presente che la quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura (l'intervento non deve superare i 15-20 minuti consecutivi); inoltre, è consigliabile evitare i cicli di pulitura a base d'acqua nei mesi freddi così da evitare gli inconvenienti connessi sia all'azione del gelo sia alla lenta evaporazione, per questo la temperatura esterna non dovrebbe essere mai sotto i 14 °C.

La pulitura dovrà procedere per porzioni limitate di muratura; nel caso questa tecnica sia utilizzata per la pulitura di materiali lapidei porosi si dovrà, necessariamente, ridurre al minimo indispensabile la quantità d'acqua in modo da riuscire ad evitare la movimentazione dei sali presenti all'interno del materiale. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

*Specifiche sui materiali:* per la pulitura di manufatti, dovrà, preferibilmente, essere utilizzata, acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2% (anche se sovente nella pratica si ricorre all'acqua di rubinetto). L'acqua da impiegare dipenderà dalla natura del materiale, di norma in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, acque a grana fine dove si risconterranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide ( $\text{RSO}_3\text{H}$ ) e basiche ( $\text{RNH}_3\text{OH}$ ) rispettivamente. Il processo di deionizzazione

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

non renderà le acque sterili e nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di questo tipo, operando preferibilmente per via fisica.

### **Pulitura mediante macchina idropulitrice a pressione controllata**

L'idropulitura risulterà particolarmente adatta per effettuare lavaggi su delle superfici non di particolare pregio e soprattutto non eccessivamente degradate o porose poiché la pressione del getto (4-6 atm), in questo caso, potrebbe risultare troppo aggressiva e lesiva per il materiale ed implicare, sia l'eventuale distacco di parti deteriorate sia l'asportazione anche di porzioni sane di superficie. La procedura prevedrà l'esecuzione del lavaggio con getto di acqua, calda o fredda in riferimento alle indicazioni della D.L., emesso tramite l'ausilio di un ugello erogatore distante dalla superficie in una misura mai inferiore a 5 cm o superiore a 20 cm; si procederà con la pulitura dall'alto verso il basso per delimitate campiture, così da riuscire ad asportare velocemente lo sporco ed evitare la sua eventuale penetrazione (per percolamento) nelle parti inferiori, dopodiché si terminerà con un risciacquo dell'intera superficie. Al termine delle operazioni di lavaggio è opportuno accertarsi che l'intervento non abbia provocato dei danni al materiale (erosioni, abrasioni ecc.) e che non siano presenti polveri trasportate verso il basso dal ruscellamento delle acque di lavaggio. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

### **Pulitura mediante spray d'acqua nebulizzata**

Un'alternativa alla pulitura con spray d'acqua deionizzata è la nebulizzazione del liquido tramite ugelli a cono vuoto (dotati di pinze e posizionati a 30-40 cm dalla superficie) caratterizzati da un orifizio molto piccolo, (diametro tra 0,41 e 0,76 mm), che permette di invadere la superficie da trattare (obliquamente e quasi senza pressione) con una fitta nebbia di goccioline, del diametro di circa 1/10 mm. Sostanzialmente le precauzioni da prendere saranno le stesse del metodo precedentemente illustrato, questo sistema sarà valido soprattutto per rimuovere incrostazioni costituite da composti parzialmente idrosolubili; l'acqua impiegata potrà essere deionizzata ed additivata con tensioattivi neutri allo scopo di diminuire l'angolo di contatto e, rispetto allo spray d'acqua, presenterà il vantaggio di accentuare l'azione diluente della pulitura chimica proprio grazie all'azione nebulizzante delle goccioline. La nebulizzazione risulterà particolarmente adatta quando si tratterà di pulire pietre carbonatiche non troppo incrostate (meno adatta per pietre quarzo-silicatiche) e per interventi su calcari non troppo porosi, dove le sostanze da rimuovere non siano particolarmente tenaci, contrariamente, in presenza di depositi difficili da rimuovere, si completerà il ciclo di pulitura con impacchi o spazzole di saggina. La pulitura dei materiali porosi con acqua nebulizzata dovrà ridurre i tempi d'irrorazione della superficie (così da evitare l'assorbimento d'acqua in profondità) ripetendo, se necessario, l'intervento più volte. L'applicazione continua della nebulizzazione sulla superficie non dovrà, comunque, mai superare i 15 minuti consecutivi in modo da evitare che le murature s'impregnino eccessivamente (in condizioni "normali" il consumo d'acqua potrà essere valutato in 4 l/h per ugello). Tra i vari cicli di pulitura dovranno intercorrere ampie pause così da consentire al materiale il completo prosciugamento. I tempi d'applicazione saranno comunque in funzione della consistenza dei depositi e della natura del materiale; su calcari teneri l'intervento potrà durare meno rispetto a quello operato su quelli compatti. La pulitura mediante acqua nebulizzata si effettuerà in cantiere ricorrendo a specifica apparecchiatura e dovrà essere applicata, esclusivamente durante la stagione calda, mai con valori minimi della temperatura esterna inferiori a 17 °C. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

### **Pulitura meccanica (spazzole, bisturi, spatole ecc.)**

La pulitura meccanica di superfici lapidee, comprende una serie di strumenti specifici il cui impiego è in stretta relazione al grado di persistenza delle sostanze patogene che si dovranno asportare. Prima di procedere ad illustrare la gamma di utensili disponibili e le relative tecniche, è opportuno precisare che la riuscita delle operazioni di pulitura meccanica, sarà strettamente connessa all'abilità ed alla sensibilità dell'operatore che dovrà prestare particolare attenzione a non arrecare danni irreversibili al materiale

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

(incisioni o segni). La pulitura meccanica consentirà la rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come: spazzole di saggina o di nylon, bisturi, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che, alimentate da un motore elettrico o pneumatico, consentiranno la rotazione di un utensile come ad esempio: microspazzolini in fibre vegetali o nylon (per asportare depositi più o meno aderenti), microfresse (atte all'asportazione di incrostazioni dure e di modeste dimensioni), micromole in gomma abrasiva (ovviano l'inconveniente di lasciare tracce da abrasione grazie al supporto relativamente morbido), microscalpelli su cui si monteranno punte in vidia di circa 5 mm di diametro (adatti per la rimozione di depositi calcarei), vibroincisori, apparecchi che montano punte a scalpello o piatte con diametro di circa 2-3 mm (eliminano incrostazioni molto dure e coese come scialbi, stuccature cementizie ecc.). La carta abrasiva fine (400-600 Mesh) o la pomice potranno essere impiegate in presenza di superfici piane o poco irregolari, anche se la bassa velocità di avanzamento che caratterizza questo sistema, implicherà tempi di lavoro troppo lunghi e, per questo, potrà essere applicato solo su porzioni limitate di materiale. In presenza di stuccature cementizie, o in casi analoghi, si potrà procedere alla loro asportazione ricorrendo all'uso di un mazzuolo e di uno scalpello (unghietto); considerato l'impatto che potrà avere l'intervento sul materiale, si consiglia di effettuare l'operazione in maniera graduale in modo da poter avere sempre sotto controllo l'intervento.

### Avvertenze

Questo tipo di pulitura potrà produrre variazioni morfologiche superficiali in funzione della destrezza dell'operatore e delle condizioni conservative della superficie, mentre saranno assenti variazioni del colore delle superfici trattate da tale procedura.

### **Pulitura mediante prodotti solventi**

La pulitura mediante solventi dovrà essere, necessariamente, impiegata nel caso in cui si operi in presenza di materiali o supporti (ad es., stucchi a gesso o stesure pittoriche a base gesso) che non siano in grado di sopportare puliture ad acqua. La procedura operativa prevedrà le seguenti fasi:

- esecuzione di prove preliminari di pulitura al fine di determinare il livello della rimozione dei prodotti di deposito e di alterazione, senza danneggiare il supporto, la sua finitura superficiale nonché il materiale di cui è costituito: tali prove serviranno, inoltre, per avere un campione di riferimento e di controllo durante le fasi successive di lavoro. Tali test dovranno essere eseguiti in presenza della DL ed essere visionati dagli organi di tutela del bene in oggetto; ogni campione dovrà essere catalogato e riportare il tipo di solvente utilizzato. Per la campionatura, (che dovrà necessariamente essere eseguita su differenti elementi lapidei), se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, potranno essere impiegati i seguenti solventi: acetone, acqua ragia, diluente nitro e white spirit;
- pulitura degli elementi in oggetto mediante tamponi (batuffoli di cotone) o compresse di garza contenente al suo interno materiale assorbente. L'operatore potrà impiegare il tampone impugnandolo direttamente o utilizzando un bastoncino in legno così da agevolare la pulitura di porzioni difficilmente raggiungibili come incavi, spigoli, rientranze ecc. L'operatore, dopo avere imbevuto di solvente il tampone, procederà a strofinare leggermente la zona da pulire eseguendo, preferibilmente, un movimento rotatorio. Nei punti più difficili da raggiungere e/o in presenza di depositi o incrostazioni più coerenti, potrà essere necessario insistere nell'azione impiegando il movimento più adatto alla specifica esigenza. In caso di colature, o dispersioni incontrollate del solvente misto al particellato di deposito, occorrerà operare la rimozione tempestivamente asciugandole con un tampone o una pezza di garza asciutti. Subito dopo aver passato il tampone sarà necessario passare sul manufatto oggetto di intervento una pezza di tessuto pulito ovvero un altro tampone inumidito con idoneo diluente così da rimuovere eventuali eccessi di solvente affinché questi non continuino la loro azione. In alternativa, ossia dove si renderà necessario un intervento più minuzioso e localizzato, ossia per le parti più delicate policrome o dorate (scritte, stemmi, festoni, capitelli), sarà preferibile veicolare il solvente mediante l'utilizzo di addensanti cellulósici ovvero solvent-gel. Queste tipologie di prodotti, oltre a risultare igroscopici, permettono di gelificare il solvente così da mantenerlo localizzato sulla superficie del manufatto

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

policromo; in questo modo l'azione di pulitura si rileverà più selettiva limitando la penetrazione del solvente negli strati sottostanti. Il gel sarà applicato con pennelli piccoli e morbidi per i tempi e con la densità stabiliti dai test-campione eseguiti in precedenza; in caso di superfici particolarmente decoese si potranno frapporre tra il composto e il supporto dei fazzoletti di carta giapponese. Il composto sarà rimosso a secco o a tampone leggermente imbevuto così da evitare di lasciare eventuali residui dannosi per il manufatto.

### Avvertenze

La scelta del solvente adatto alla rimozione di una certa sostanza richiederebbe, di norma, l'esatta conoscenza della natura chimica del materiale da disciogliere; nel caso in cui si disponga di tale conoscenza preliminare all'intervento, sarà sufficiente utilizzare il Triangolo delle Solubilità dei solventi così da arrivare immediatamente ad una possibile, quanto idonea soluzione. Nel caso in cui l'operatore non abbia la piena conoscenza della natura del materiale da rimuovere, sarà necessario eseguire delle prove campione sulla superficie da rimuovere. I suddetti test, eseguiti dietro specifica autorizzazione della DL, dovranno verificare, con delle miscele solventi standard a parametri di solubilità noti (potrà, per semplicità, essere considerato solo uno dei tre parametri ad es. la *fd* ovvero la forza di dispersione), il valore necessario per solubilizzare il materiale ovvero la vernice in oggetto: in accordo col valore trovato, verrà scelto il solvente adeguato per la pulitura. Il pratica si dovranno eseguire delle modeste tassellature di prova partendo sempre dalla miscela (ovvero dal solvente) con valore più basso per poi passare alla successiva, fino a quando se ne troverà una che solubilizzerà il soluto in questione. Stabilito, in questo modo, il parametro spia, si potrà compiere la scelta del solvente (o più spesso della miscela di solventi, ad es. 1 parte di white spirit e 3 parti di trielina per asportare depositi, grassi di oli e cere) avente il valore ricercato. La selezione, pertanto, sarà indirizzata dalla tabella dei parametri di solubilità nelle immediate vicinanze del valore del parametro scelto determinato dalla prova-campione. In linea generale, la scelta dovrà ricadere su un solvente il meno tossico possibile, nel caso tale solvente non dovesse esistere, il valore spia dovrà essere riprodotto mediante miscela di solventi (per semplicità operativa converrà operare verso miscele binarie).

La scelta dei solventi, sia quando risulti nota la natura del soluto, sia quando si debba ricavare mediante prove campione, rappresenta di norma un compromesso tra esigenze diverse quali il potere solvente, la stabilità, la non corrosività, la tossicità e l'infiammabilità. Considerando i parametri di solubilità (ovvero *fs* forze di dispersione tipo apolari, *fp* forze di tipo polari e *fh* forze di legame a Idrogeno) dei solventi organici, sarà, pertanto, consigliabile sostituire un solvente organico con un altro solvente o una miscela di solventi la cui terna di parametri di solubilità sia analoga a quella del solvente da sostituire, specialmente se questo ultimo si rileva molto tossico. L'utilizzo di solventi gelificanti nelle operazioni di pulitura di superfici policrome sarà da preferire dal momento che consentirà di ottenere un'azione più controllata e selettiva sullo strato da rimuovere, oltre ad una minore volatilità dei solventi stessi ed una maggiore sicurezza per l'operatore.

Per utilizzare, manipolare e/o conservare i suddetti prodotti si dovrà, obbligatoriamente, fare riferimento a quanto indicato sulle relative etichette e schede di sicurezza. I prodotti dovranno, inoltre, essere ad esclusivo uso di personale professionalmente qualificato. In ogni caso dovranno sempre essere utilizzati i DPI (dispositivi di protezione individuali) adeguati a protezione della pelle, degli occhi, del viso e delle vie respiratorie.

### Specifiche sui materiali

*Acetone anidrite solvente polare*, volatile atossico presenta un ottimo potere solvente miscibile con molti liquidi e può essere impiegato come solvente intermedio.

*Acqua ragia minerale solvente apolare*, la versione dearomatizzata, presenterà una tossicità inferiore; sarà, comunque, consigliabile utilizzarla in ambiente areato.

*Diluente nitro antinebbia*, miscela di vari solventi (toluene, acetone, dicloropropano, alcool isopropilico), alcuni tossici a polarità media a rapida evaporazione, possiede un buon potere solvente.

*White spirit* (ragia dearomatizzata), miscela di idrocarburi, liquido limpido di odore caratteristico è insolubile in acqua ma miscibile con la maggior parte dei solventi organici.



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

*Solvent-gel* si costituiscono a partire da acido poliacrilico e ammina di cocco, la quale possiede la proprietà di neutralizzare la funzione acida dell'acido poliacrilico e, contemporaneamente, di conferire all'addensante anche blande proprietà tensioattive. L'aggiunta al solvente scelto e poche gocce d'acqua provocano il rigonfiamento del sistema e la formazione del gel.

*Addensanti cellulosici*: agiscono per rigonfiamento diretto della struttura cellulosica da parte del solvente puro o di loro miscele. La metilcellulosa si rileva più adatta per gelificare solventi polari (acetone, white spirit ecc.) o miscele di questi, da utilizzarsi in concentrazione dal 2 al 4% p/v. L'etilcellulosa si rileva, invece, più adatta per solventi a polarità medio bassa (clorurati, chetoni, esteri ecc.) o apolari; la percentuale di utilizzo varia dal 6% al 10% (p/v) a seconda dei casi.

### **Pulitura mediante impacchi**

Le argille assorbenti, come la sepiolite e l'attapulgite, sono dei silicati idrati di magnesio, mentre la polpa di cellulosa è una fibra organica ottenuta da cellulose naturali (disponibile in fibre di lunghezza variabile da 40 a ); mescolate 1000 insieme all'acqua, questo tipo di sostanze, sono in grado di formare una sorta di fango capace di esercitare, una volta a contatto con le superfici lapidee e opportunamente irrorato con acqua (o con sostanze chimiche), un'azione, di tipo fisico, di assorbimento di liquidi in rapporto al proprio peso. La pulitura mediante impacchi assorbenti risulterà vantaggiosa, oltre che per l'asportazione dei sali solubili, per la rimozione, dalle superfici lapidee, di strati omogenei di composti idrosolubili o poco solubili (come croste nere poco spesse, di circa 1 mm), macchie originate da sostanze di natura organica, strati biologici (batteri, licheni e algali). Gli impacchi, inoltre, sono capaci di ridurre le macchie di ossidi di rame o di ferro. Il vantaggio del loro utilizzo risiede anche nella possibilità di evitare di applicare direttamente sulla superficie sostanze pulenti (in special modo quelle di natura chimica) che, in alcuni casi, potrebbero risultare troppo aggressive per il substrato. La tipologia d'impacco dipenderà dal grado di persistenza e dalla solvenza dello sporco da rimuovere, ma si deve tenere presente che gli impacchi non risulteranno particolarmente adatti per asportare croste spesse e, in caso di materiali porosi e/o poco coesi, sarà opportuno, al fine di non rendere traumatica l'operazione d'asportazione, interporre sulla superficie carta giapponese o *klinex*. Potrà essere conveniente, prima di applicare l'impacco, operare lo "sgrassamento" e la rimozione d'eventuali incrostature superficiali ricorrendo a solventi come acetone, cloruro di metilene ecc. e, dove risulterà possibile, effettuare un lavaggio con acqua (deionizzata o distillata) in modo da asportare i depositi meno coerenti ed ammorbidire gli strati carboniosi più consistenti. In presenza di efflorescenze si dovrà provvedere alla loro asportazione meccanica tramite lavaggio con acqua deionizzata e spazzolino morbido prima di procedere con l'operazione.

In linea generale si deve preferire basse concentrazioni con conseguenti tempi di applicazione più lunghi rispetto ad impacchi con soluzioni elevate con tempi di applicazione brevi.

### **Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di acqua (estrazione di sali solubili mediante applicazione di compresse assorbenti)**

L'impacco acquoso consisterà nell'applicazione, direttamente sulla superficie, (preventivamente umidificata con acqua distillata o deionizzata) di argille assorbenti (sepiolite o attapulgite con granulometrie comprese tra i 100 e i ) previa messa in opera, 200 Mesh) o polpa di cellulosa (fibra lunga 600-1000 dove si renderà necessario, di *klinex* o fogli di carta giapponese indispensabili per interventi su superfici porose e/o decoese. La preparazione dell'impacco avverrà manualmente imbevendo con acqua deionizzata o distillata il materiale assorbente fino a che questo non assumerà una consistenza pastosa tale da consentire la sua applicazione, con l'ausilio di spatole, pennelli o, più semplicemente con le stesse mani, in spessori variabili a seconda delle specifiche dettate dalla DL (2-3 cm per le argille, 1 cm per la polpa di cellulosa). La permanenza dell'impacco sulla superficie sarà strettamente relazionata al caso specifico ma soprattutto farà riferimento alle indicazioni, dettate dalla DL, basate su prove preventive effettuate su campioni (circa 10x10 cm). Il tempo di contatto (da pochi minuti a diverse ore) dipenderà dalla concentrazione delle soluzioni impiegate (da 5% a 130%, alle soluzioni sature), dal tipo e dalla consistenza del degrado che dovrà essere rimosso. La plasticità dell'impacco potrà essere migliorata aggiungendo all'acqua e all'argilla quantità

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

variabili di attapulgate micronizzata. Gli impacchi dovranno essere eseguiti con temperature esterne non inferiori a 10 °C; se applicati durante un periodo caldo, o in presenza di vento, al fine di rallentare l'evaporazione del solvente, potranno essere protetti esternamente con strati di cotone o teli di garza imbevuti di acqua demineralizzata, coperti da fogli di polietilene muniti di un'apertura dalla quale verrà garantito l'inumidimento della superficie sottostante. La rimozione della poltiglia potrà essere eseguita quando questa, una volta asciutta, formerà una crosta squamosa ed incoerente tale da distaccarsi dal supporto poiché non più aderente alla superficie. I frammenti di pasta cadranno da soli o potranno essere rimossi con facilità aiutandosi con pennello o spatola. Il supporto dovrà essere lavato con acqua demineralizzata, nebulizzata a bassa pressione in modo da riuscire ad asportare tutto il materiale assorbente aiutandosi, se necessario, anche con spazzole e pennelli di setole di nylon morbide. Sia l'attapulgate che la sepiolite saranno in grado di assorbire una grande quantità di liquidi in rapporto al loro peso (un chilogrammo di attapulgate è in grado di assorbire 1,5 kg d'acqua senza rigonfiare); l'attapulgate riuscirà ad assorbire, oltre l'acqua, anche gli oli. Le argille assorbenti, rispetto alla polpa di cellulosa, presenteranno l'inconveniente di sottrarre troppo rapidamente l'acqua dalle superfici trattate. In presenza di pietre molto porose potrà essere indicato ricorrere alla polpa di cellulosa (più facile da rimuovere rispetto alle argille).

### Specifiche sui materiali

In alternativa all'impasto composto in cantiere potrà essere impiegato un impasto premiscelato denominato *Westox Cocoon* costituito esclusivamente da acqua distillata, fibre di purissima cellulosa di grado A (farmaceutico, non riciclata), proveniente da pasta di pino di prima scelta esente da Arsenico. La pasta (con ph di 8,0-8,5) viene alcalinizzata con Carbonato di Calcio da polvere di marmo, invece che con il normale Bicarbonato di Sodio, onde evitare di introdurre uno ione estraneo alla malta di calce, e modificata con terre silicee assorbenti purissime (farina fossile diatomacea). La pasta dell'impacco *Cocoon* è fornita pronta all'uso, non necessita di nessuna aggiunta né di essere mescolata. Si applica alla superficie (per un minimo di due applicazioni) mediante spatola piatta, cazzuola o a spruzzo per grandi superfici, per uno spessore di circa 10 mm (consumo di circa 10 l/m<sup>2</sup>), anche da mano d'opera non specializzata. Dopo circa 7-28 giorni dall'applicazione (14 giorni in condizioni climatiche medie, ma anche molto di più) la pasta sarà diventata un cartone contenente i sali e potrà essere distaccata manualmente dal substrato o con l'eventuale aiuto di spatola piatta. Il cartone potrà essere mandato a discarica ordinaria. Così come per l'impacco "tradizionale", la superficie interessata dovrà essere lavata con acqua demineralizzata eventualmente coadiuvata da una leggera spazzolatura manuale eseguita con spazzole morbide.

### Avvertenze

Il degrado e i danni si presenteranno in proporzione alla quantità percentuale in peso dei sali totali presenti nel muro. Il contenuto salino del muro potrà essere verificato da analisi di laboratorio su campioni secondo la norma UNI 11087 Beni Culturali "Materiali lapidei naturali ed artificiali. Determinazione del contenuto di sali solubili. Specie ioniche". La valutazione dei "sali totali" (ossia la somma delle seguenti specie ioniche: cloruri, solfati, nitrati e Sodio, Potassio, Magnesio, Calcio) mediante conduttività, prevista dalla stessa norma, potrà essere accettata per misure comparative a discrezione del Direttore dei Lavori.

In linea generale un muro potrà essere classificato secondo il grado di contaminazione in:

- pulito quando contiene meno dello 0,20% di sali totali al suo interno;
- poco contaminato quando contiene dallo 0,30% allo 0,50% (con questo contenuto salino vi sono pochi danni);
- mediamente contaminato dallo 0,60% all'1,50%;
- molto contaminato dall'1,60% al 3,00% di sali;
- gravemente contaminato oltre il 3,00% di contenuto salino.

L'abbassamento del contenuto salino totale del muro sotto allo 0,20% garantisce che il muro è sano, e rimarrà tale se non entrano nuovi sali. Essendo ogni situazione di cantiere diversa, il numero di applicazioni necessario per raggiungere, nel caso particolare, la soglia ideale dovrà essere valutata singolarmente; in ogni caso, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si eseguiranno un minimo di due cicli di impacco intervallati da almeno 14 giorni.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

### **Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di sostanze chimiche**

In presenza di sostanze patogene particolarmente persistenti (croste poco solubili) gli impacchi potranno essere additivati con dosi limitate di sostanze chimiche, in questo caso l'operazione dovrà essere portata a compimento da personale esperto che prima di estendere il procedimento a tutte le zone che necessiteranno dell'intervento, eseguirà delle limitate tassellature di prova utili a definire, con esattezza, i tempi di applicazione e valutare i relativi effetti. Le sostanze chimiche, a base di solvente o di sospensioni ad azione solvente, con le quali si potranno additivare gli impacchi dovranno avere una limitata tossicità, bassa infiammabilità, adeguata velocità di evaporazione e una composizione pura. Un solvente troppo volatile non riuscirà a soluzionare in tempo il deposito così come un solvente con alto punto d'evaporazione ristagnerà sulla superficie. Si potrà ricorrere a prodotti basici o a sostanze detergenti quali saponi liquidi neutri non schiumosi diluiti nell'acqua di lavaggio. Le sostanze a reazione alcalina più o meno forte (come l'ammoniaca, i bicarbonati di sodio e di ammonio) saranno utilizzate soprattutto per saponificare ed eliminare le sostanze grasse delle croste a legante organico e, in soluzione concentrata, saranno in grado di attaccare incrostazioni scure spesse e scarsamente idrosolubili. I detergenti saranno in grado di diminuire la tensione superficiale dell'acqua incrementandone, in questo modo, l'azione pulente; l'utilizzo dei detergenti consentirà di stemperare le sostanze organiche (oli e grassi), di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati, di compiere un'azione battericida presentando il vantaggio di poter essere asportati insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo.

Per asportare croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) uno dei formulati che, se non diversamente indicato dalla DL, potrà essere utilizzato si comporrà di:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 50 g di carbossimetilcellulosa (serve per dare consistenza tissotropica all'impasto);
- 30 g di bicarbonato di sodio ( $\text{NaHCO}_3$ );
- 50-100 g di EDTA (sale bisodico).

Il tempo di contatto potrà variare secondo i casi specifici: nel caso in cui la DL riterrà opportuno prolungarlo nel tempo (sulla base di prove preventive su tasselli di materiale campione), si dovrà provvedere alla copertura dell'area interessata con fogli di polietilene in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua presente nel composto. Una volta rimosso il composto, si dovrà procedere alla pulitura con acqua deionizzata aiutata, se si riterrà necessario, con una leggera spazzolatura.

L'EDTA bisodico è particolarmente efficace nella rimozione di patine di gesso, generate da solfatazioni e carbonato di calcio legate alla presenza di scialbi o ricarbonatazioni superficiali, grazie al pH debolmente acido (pH  $\approx$  5). L'EDTA tetrasodico con il pH alcalino (pH  $\approx$  11) risulterà particolarmente efficace nella rimozione di patine di vario colore (giallo, rosa, bruno) composte da ossalato di calcio (prodotto da certi tipi di licheni o da ossidazione di eventuali materiali organici vari applicati in passato a scopo protettivo o decorativo e, in seguito, ossidati da batteri installatisi sulla superficie).

In alternativa si potrà utilizzare un impacco leggermente diverso denominato AB 57 composto nel seguente modo:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 60 g di carbossimetilcellulosa;
- 50 g di bicarbonato di sodio ( $\text{NaHCO}_3$ );
- 30 g di bicarbonato di ammonio ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ );
- 25 g di EDTA (sale bisodico);
- 10 g di Neodesogen (sale di ammonio quaternario) al 10%.

Rispettando la composizione si avrà una soluzione il cui pH sarà di circa 7,5 (sarà, in ogni caso, sufficiente che il pH non superi il valore di 8 al fine di evitare pericolosi fenomeni di corrosione dei calcarei e l'eventuale formazione di sotto prodotti dannosi); la quantità di EDTA potrà variare fino ad un massimo di 100-125 g, alla miscelazione potranno essere aggiunte ammoniaca o tritanolamina (liquido limpido, viscoso, molto igroscopico) allo scopo di migliorare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta. Anche in questo caso ad operazione avvenuta si renderà indispensabile un lavaggio con acqua deionizzata accompagnato, se si riterrà necessario, da una blanda azione meccanica di spazzolatura.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Per la rimozione di ruggine dalle superfici lapidee il reagente utilizzato sarà diverso a seconda se si tratterà di operare la pulitura su rocce calcaree o su rocce silicee; le macchie di ferro, su queste ultime, si potranno rimuovere mediante acido fosforico e fosfati, fluoruri o citrati mentre, sulle rocce calcaree, si potrà ricorrere a una soluzione satura di fosfato di ammonio (con pH portato a 6 per aggiunta di acido fosforico) facendo attenzione a limitare al minimo il tempo di contatto. È buona norma, prima di applicare gli impacchi, sgrassare la superficie da pulire e, al fine di limitare la diffusione del ferro all'interno del materiale, applicare i primi impacchi su di un'area doppiamente estesa rispetto a quella dell'intervento e quelli successivi limitandosi alla parte interessata dalla patologia.

### Avvertenze

Questo tipo di pulitura comporterà inevitabilmente un blando effetto di corrosione delle superfici calcaree soprattutto in avanzato stato di degrado, ciò è dovuto principalmente alla presenza di agenti complessati del calcio all'interno del formulato AB57. La pulitura con impacco chimico aumenterà, inoltre leggermente l'assorbimento capillare di acqua in relazione all'effetto di corrosione corticale esaminato in precedenza. In alcuni casi, inoltre, la pulitura chimica potrà presentare una leggera sbiancatura delle superfici trattate.

### *Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Carbonato e Bicarbonato d'Ammonio*

Il carbonato e il bicarbonato di ammonio (veicolati nella maggior parte dei casi con impacchi di polpa di cellulosa) sono sali solubili in acqua, ai quali si potrà ricorrere in percentuali che varieranno da 5% a 100%, secondo i casi; potranno essere utilizzati sia da soli che in composti e, non di rado, a questa tipologia di impacchi si potranno aggiungere resine a scambio ionico con effetto solfante applicate in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata in rapporto variabile, in base alla consistenza finale che si vorrà ottenere per effettuare il trattamento (i tempi di applicazione sono, anche in questo caso, da relazionarsi ad opportuni test preventivi).

Il carbonato e il bicarbonato di ammonio decompongono spontaneamente originando prodotti volatili (di norma questi sali risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore), la liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità (maggiore per il carbonato che per il bicarbonato) consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie. Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in solfato di ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso. Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata) mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata). L'uso del bicarbonato d'ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e decoesione dei grani di calcite superficiale) e per i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco. In presenza di efflorescenze visibili sarà utile un'anticipata rimozione meccanica delle stesse, allo scopo di evitare la loro solubilizzazione e conseguente compenetrazione in seguito alla messa in opera dell'impacco.

*Esempi di impasti:* un impasto base per la rimozione di patine tenaci, fissativi o pitturazioni eseguite con colori più o meno resistenti sarà composto da:

- polpa di cellulosa a fibra media-grossa (tipo *Arbocell 200-600*, metà della quantità di polpa di cellulosa potrà essere sostituita con *Sepiolite*);
- carbonato di ammonio al 20-25% (soluzione satura e acqua deionizzata in rapporto 1:2), in alternativa si potrà utilizzare bicarbonato di ammonio in opportuna diluizione.

La validità dell'impacco dovrà, in ogni caso, essere testata preventivamente su tasselli-campione, indicativamente il tempo di contatto potrà variare tra i 10 e i 45 minuti. La concentrazione della sostanza attiva non dovrà essere molto alta così da garantire all'impacco un'azione prolungata nel tempo e in profondità. Per pitturazioni eseguite con colori poco resistenti o delicati) potrà essere utilizzata polpa di cellulosa con fibre corte (0-40 carbossimetilcellulosa (così da formare un impasto semitrasparente morbido e pennellabile) abbassando i tempi di applicazione (che potranno oscillare dai 5 ai 20 minuti) così da evitare

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

che l'impacco agisca troppo in profondità ed eserciti solo azione pulente in superficie. In presenza di pigmenti deboli potrà essere necessario sostituire il carbonato con il bicarbonato di ammonio con l'eventuale riduzione delle concentrazioni e dei tempi di contatto (potranno essere sufficienti anche solo pochi minuti).

Orientativamente impacchi realizzati con polpa di cellulosa a macinazione medio-grossa (200-1000 ) verranno impiegati con tempi di contatto relativamente lunghi (10-60 minuti) e con sostanza attiva (carbonato o bicarbonato di ammonio) in basse concentrazioni così da dar modo all'impacco di agire più a lungo e più in profondità. Impacchi, invece, realizzati con grana fine o finissima (00-200 ) verranno impiegati con tempi di contatto più rapidi (5-20 minuti) e con sostanza attiva in bassa diluizione oppure in soluzione satura, così da evitare all'impacco di agire troppo in profondità garantendo una pulitura più delicata.

### Specifiche sui materiali

Polpa di cellulosa: di colore bianco, deresinata ricavata dal legno. Le fibre presentano un'elevata superficie specifica, ed un'altrettanto elevato effetto addensante, un comportamento pseudoplastico e una buona capacità di trattenere i liquidi e sono, inoltre, insolubili in acqua ed in solventi organici. Un chilogrammo di polpa di cellulosa sarà in grado di trattenere circa 3-4 l di acqua, minore sarà la quantità di acqua che sarà in grado di trattenere.

### Avvertenze

L'applicazione degli impacchi chimici dovrà essere fatta dal basso verso l'alto in modo da ovviare pericolosi ed incontrollabili fenomeni di ruscellamento e al fine di ogni applicazione si procederà all'asportazione di ogni traccia di sostanza chimica ricorrendo sia ad un accurato risciacquo manuale con acqua deionizzata sia, se indicato dalla scheda tecnica del prodotto, all'ausilio di apposite sostanze neutralizzatrici. I vantaggi degli impacchi, indipendentemente dalla tipologia, risiedono nella loro non dannosità, nel basso costo (le argille sono riutilizzabili previo lavaggio in acqua) e nella facilità di messa in opera, non solo ma se si userà una miscela di polpa di cellulosa più argille assorbenti (in rapporto 1:1) si potranno sfruttare le caratteristiche migliori di entrambe (l'impacco che ne deriverà si presenterà morbido e malleabile tale da permettere l'applicazione sulle zone interessate senza cadute di materiale o percolazione di liquido in eccesso sulle zone limitrofe); per contro gli svantaggi sono la lentezza dell'operazione e la loro relativa non controllabilità.

### *Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Resine a scambio ionico*

Il pulitore a scambio cationico (descialbante) funziona come agente di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree, "sequestrando" ioni di calcio al supporto cui viene applicato in modo lento e delicato, garantendo, pertanto, un buon controllo del grado di pulitura. Il pulitore risulterà facilmente disperdibile in acqua demineralizzata o distillata con la quale, allorché venga miscelato per 1/7-1/8 del suo peso (ovvero con altro rapporto a secondo della consistenza finale descritta negli elaborati di progetto), fornisce un impasto facilmente applicabile a spatola su superfici con qualsiasi orientamento; con quantitativi d'acqua leggermente superiori si otterranno impasti più scorrevoli applicabili a pennello.

Le resine a scambio anionico (desolfatanti) risulteranno invece attive nei confronti di gesso e solfati, derivati dall'aggressione da inquinamento atmosferico, su materiali lapidei di origine sia naturale sia artificiale quali: marmi, pietre, malte, intonaci, affreschi o pitture murali. Al fine di ottenere un impasto facilmente applicabile a spatola su superfici di qualsiasi orientamento sarà necessario disperdere, orientativamente, una parte in peso di resina in una parte in peso di acqua deionizzata o distillata. Quantitativi maggiori di acqua (1,2-1,5 parti in peso), consentiranno applicazioni a pennello o con erogatori a spruzzo. In particolari situazioni applicative e sempre dietro specifica indicazione della DL potranno essere ammesse anche soluzioni di carbonato di ammonio sino al 10% p/p, sempre preparate con acqua deionizzata o distillata; tali impasti dovranno essere messi in opera subito dopo la loro preparazione. Se si utilizzeranno impasti con soluzioni di carbonato di ammonio, sarà necessario accertare, e di conseguenza, proteggere l'eventuale presenza di parti infisse o di pigmenti a base di rame.

In entrambi i casi, al fine di migliorare il trattamento, sarà consigliabile operare, sulla superficie da trattare, un preventivo trattamento di umidificazione con acqua demineralizzata ovvero distillata, fermo restando che le superfici da trattare dovranno essere liberate da eventuali depositi di polvere o detriti di qualsiasi genere.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

L'azione del prodotto si esplica sino a che l'impasto rimarrà sufficientemente bagnato, per cui, se necessario, dovrà essere cura dell'Appaltatore proteggere gli impacchi dagli essiccamenti troppo rapidi con fogli di polietilene od altri film plastici. Dovranno, in ogni caso essere evitate temperature inferiori ai 10 °C e superiori ai 30 °C. Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa.

Sia le quantità di acqua, ottimali per la consistenza voluta dell'impasto, che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno, necessariamente, essere ricercati di volta in volta, a seconda dei problemi di pulitura da affrontare, effettuando prove preliminari di trattamento su zone ridotte e tipologicamente significative delle superfici. I suddetti campioni dovranno essere eseguiti dall'appaltatore sotto stretto controllo della DL. Trascorso il tempo di trattamento ritenuto utile, l'impasto, o meglio il suo residuo dall'evaporazione, potrà essere rimosso per azione meccanica blanda, ad esempio con spazzolatura, combinata o meno ad una aspirazione. Nel caso in cui l'impacco fosse stato preservato con una pellicola, questa dovrà essere staccata per prima e la rimozione dei residui iniziata dopo un opportuno tempo di asciugamento. La pulitura della superficie potrà essere completata, se prescritto dalla DL, mediante una spugnatura con acqua deionizzata. Se necessario, il trattamento potrà essere ripetuto, in linea di principio indefinitamente, sino all'ottenimento del risultato più soddisfacente.

### Avvertenze

Le resine a scambio ionico tipo cationico hanno caratteristiche acide, pertanto dovranno essere evitati con cura il contatto con la pelle, con le mucose, con gli occhi ed assolutamente non andrà ingerito tale prodotto. L'impasto, quando diventa secco e polverulento, diventa ancor più pericoloso poiché potrebbe essere facilmente inalato ed entrare negli occhi.

### *Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di enzimi*

La pulitura con l'utilizzo di enzimi rappresenta la migliore alternativa all'utilizzo di acidi e basi per l'asportazione idrolitica di sostanze filmogene invecchiate quali ridipinture o patinature proteiche, grasse o polisaccaridiche su superfici policrome. Il loro utilizzo rappresenta una scelta di sicurezza sia per l'operatore (poiché adopererà sostanze prive di esalazioni tossiche o irritanti) sia per l'opera (gli acidi e le basi si rilevano sovente non sufficientemente selettivi nei confronti dello specifico substrato da asportare). Una delle caratteristiche principali degli enzimi risiede appunto nell'elevata specificità per il substrato (fondamentale nel restauro di superfici policrome) ovvero un enzima che agisce, in una data reazione, su un determinato fondo, non sarà in grado di catalizzare nessuna altra reazione chimica, vale a dire non potrà modificare una sostanza diversa dal substrato, di conseguenza, l'operazione di pulitura non potrà intaccare le parti del dipinto non interessate dalla pulitura. La seconda caratteristica esclusiva degli enzimi, è l'alta attività catalitica, ossia limitate molecole enzimatiche sono in grado di operare su quantità di substrato molto maggiori di quelle trasformabili da qualunque altra sostanza, senza perdere l'efficacia.

La procedura operativa prevedrà la messa in opera a tampone o a pennello e previo riscaldamento in bagno d'acqua a 30-40 °C di un principio enzimatico (lipasi, proteasi o amilasi scelto in base alla sostanza da rimuovere) supportato da un gel acquoso a pH noto e costante (ad es. idrossi metil-propil cellulosa). Trascorsi alcuni minuti si procederà alla rimozione a secco, la superficie dovrà essere lavata con una prima soluzione acquosa di tensioattivo (ad es. bile bovina allo 0,2%, e un tensioattivo non ionico all'1-2% o saliva artificiale allo 0,25%), a questo primo lavaggio ne dovrà seguire un secondo con tampone acquoso e, passate 4-5 ore dal trattamento un terzo lavaggio finale con idrocarburi leggeri (ad es. essenza di petrolio dearomatizzato o *white spirit*).

### Specifiche sui materiali

Gli enzimi principalmente utilizzati sono:

- proteasi capace di scindere le molecole proteiche idrolizzando i legami peptidici si rivela efficace per la rimozione di macchie dovute a colle e gelatine animali, albumine, casine e uovo. Si può trovare nelle versioni stabilizzata, con pH acido (pH circa 5) o con pH alcalino (pH circa 8,4) per la rimozione controllata di sostanze proteiche anche su supporti delicati come gli affreschi;

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

- lipasi (pH circa 8,4) in grado di sciogliere i grassi catalizzando l'idrolisi dei trigliceridi, si rivela efficace per la rimozione di sostanze grasse, pellicole a base di oli essiccativi, vernici oleoresinose, cere e resine sintetiche come esteri acrilici e vinilici;
- amilasi (pH circa 7,2) idrolizza i legami glucosidici di polisaccaridi quali amido, cellulosa, gomme vegetali;
- saliva artificiale, prodotto a base di mucina per la pulitura pittorica superficiale, è particolarmente efficace se impiegata come lavaggio intermedio dopo la pulitura con enzimi o con saponi resinosi.

### *Pulitura mediante impacco biologico*

Sono impasti da utilizzare su manufatti lapidei delicati o particolarmente decoesi, posti all'esterno, su quali non sarà possibile eseguire puliture a base di acqua nebulizzata senza arrecare ulteriori danni. Di norma vengono utilizzati per estrarre i sali solubili penetrati, per cause diverse, all'interno del materiale lapideo. I suddetti impacchi dovranno essere a base di argille assorbenti (sepiolite), contenenti prodotti a base ureica così composti:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 50 g di urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO;
- 20 cc di glicerina (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>CHOH.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm da coprire con fogli di polietilene, a fine trattamento, se non diversamente specificato dalla DL, e si applicherà un fungicida per prevenire eventuali aggressioni microbiologiche. I tempi di applicazione saranno stabiliti dall'operatore sotto il controllo della DL in base a precedenti prove e campionature.

### Avvertenze

Nel caso di materiali coperti da efflorescenze, prima dell'applicazione degli impacchi queste andranno asportate meccanicamente con spazzole morbide.

### **Pulitura a secco con spugne wishab**

Questo tipo di pulitura potrà essere eseguita su superfici perfettamente asciutte e non friabili, sarà utilizzata per asportare depositi superficiali relativamente coerenti ed aderenti alla superficie d'apparecchi in pietra, soffitti lignei, affreschi, pitture murali, carte da parati ecc. mediante l'utilizzo di particolari spugne costituite da due parti: una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa (secondo del tipo prescelto), di colore giallo, supportata da una base rigida di colore blu. L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non sarà particolarmente adatto per rimuovere un tipo di sporco persistente (ad es. croste nere) e sostanze penetrate troppo in profondità. La massa spugnosa è esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presenta un pH neutro e contiene saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente. L'intervento di pulitura risulterà estremamente semplice: esercitando una leggera pressione (tale da produrre granuli di impurità) si strofinerà con la spugna la superficie da trattare (con passate omogenee a pressione costante) seguendo sempre la stessa direzione, dall'alto verso il basso, partendo dalle aree più chiare passando, successivamente, a quelle più scure; in questo modo lo sporco e la polvere si legheranno alle particelle di spugna che si sbriciolerà con il procedere dell'operazione senza lasciare rigature, aloni o sbavature di sporco (grazie alla continua formazione di granuli si avrà anche l'auto pulitura della spugna). In presenza di sporco superficiale particolarmente ostinato l'intervento potrà essere ripetuto; a pulitura ultimata si procederà con la spazzolatura, mediante scopinetti in saggina o pennelli e spazzole di nylon a setola morbida, in modo da eliminare i residui del materiale spugnoso.

### Avvertenze

In caso di pulitura di superfici dipinte, al fine di evitare l'asportazione del pigmento polveroso e disgregato oppure di quelli più deboli (azzurri, verdi, tinte scure) sarà consigliabile operare, prima della procedura di pulitura, un sistematico intervento di preconsolidamento.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 68.**

**PRECONSOLIDAMENTO DI SUPERFICI LAPIDEE**

Non è infrequente il caso in cui il materiale da pulire sia già profondamente degradato, al punto che ogni azione meccanica, compresa l'applicazione degli impacchi, comporterebbe la caduta di parti esfoliate o rese incoerenti. È allora consigliabile procedere ad un'operazione di preconsolidamento, applicando sulla superficie da trattare, o nelle zone maggiormente compromesse, dei preparati consolidanti. Così fissato, il materiale può essere pulito, ma può darsi il caso (quando il preconsolidamento è richiesto dalla mancanza di coesione delle parti superficiali) che ulteriori operazioni di pulitura siano impossibili. Spesso il preconsolidamento è richiesto non tanto dal forte decoesione del materiale, quanto dall'impiego di tecniche di pulitura piuttosto energiche in presenza di lesioni o distacchi anche lievi; in questi casi, dopo la pulitura, il consolidante impiegato preventivamente può anche essere rimosso, a condizione che si tratti di sostanze reversibili.

Il prodotto per il consolidamento sarà quello previsto anche per il trattamento finale, silicato di etile, applicato mediante impregnazione per mezzo di pennelli, siringhe o pipette nei casi di disgregazione o polverizzazione, onde favorire la ricostruzione delle proprietà meccaniche del materiale originario mediante assorbimento capillare nelle zone degradate del manufatto, e ove occorra, tramite velinatura delle superfici decorse e polverulente con foglio di carta biodegradabile giapponese e resina acrilica disciolta in solvente volatile in soluzione dal 2% al 5% previa pulitura a pennello dei depositi superficiali.

L'operazione di pulitura comprende le opere necessarie alla preparazione della superficie da trattare e deve essere accompagnata dalla campionatura dell'intervento sul materiale lapideo per determinare la percentuale di soluzione da utilizzare.

Tra l'applicazione del consolidante, ripulito dal prodotto in eccesso, e la successiva pulitura dovrà intercorrere il periodo di tempo (30-40 giorni) necessario affinché il consolidante espliciti la sua azione.

**Articolo 69.**

**CONSOLIDAMENTO CORTICALE DI MANUFATTI EDILI**

Generalità

L'intervento avrà lo scopo di ristabilire o migliorare le caratteristiche meccaniche del materiale, in particolare la resistenza agli sforzi e la coesione, senza alterare negativamente la permeabilità ai gas e ai vapori. Dovrà sempre essere a carattere puntuale e necessiterà di attente indagini preliminari per accertare la natura e le condizioni del supporto nonché i fattori ed i processi all'origine del degrado e, di conseguenza, per la scelta dei prodotti e delle metodologie operative più appropriate (raccomandazioni NORMAL). All'Appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L.. Ad operazione effettuata sarà sempre opportuno verificarne l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche a mezzo di controlli periodici cadenzati nel tempo.

Le sostanze consolidanti possono essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti naturalmente nel materiale (per esempio il latte di calce o i silicati), oppure sostanze naturali o sintetiche estranee alla sua composizione originaria.

L'Appaltatore eseguirà il trattamento consolidante utilizzando esclusivamente quelle sostanze che posseggano i requisiti richiesti dall'Art. "Impregnanti con effetto consolidante" del presente capitolato.

Il quantitativo di sostanze consolidante sarà stabilito dalla D.L. in base all'effettivo grado d'alterazione del manufatto solo dopo l'esecuzione di prove su superfici campione.

Il trattamento verrà eseguito con le cautele, i limiti e le modalità prescritte ALL'Art. "Idrofobizzazione di manufatti edili".



**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 70.**

**STUCCATURA E INTEGRAZIONE DEI MATERIALI LIPIDEI**

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**

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei sarà opportuno seguire delle operazioni preliminari indirizzate alla conoscenza del materiale oggetto di intervento (pietra arenaria, calcarea, travertini, tufi ecc.). L'adesione tra la superficie originale e quella d'apporto sarà in funzione della scrupolosa preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rileverà fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità dell'intervento di “stuccatura-integrazione”. Le modalità con cui si eseguiranno questo tipo di operazioni saranno correlate alle caratteristiche morfologiche del materiale da integrare (pietra, laterizio, intonaco ecc.) e alla percentuale delle lesioni, oltre che dalla loro profondità ed estensione.

**Verifiche preliminari**

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni “dinamiche” (che potranno essere dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali non ancora terminati, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); in tal caso non si potrà procedere semplicemente alla stuccatura della fessurazione ma si dovranno identificare e risolvere le cause a monte che hanno procurato tale dissesto. L'intervento di stuccatura ed integrazione sarà lecito solo su fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

**Asportazione di parti non compatibili**

Si procederà, seguendo le indicazioni della D.L., all'ablazione puntuale tramite scopini (di saggina), spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.), ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare col tempo stress meccanici. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

**Pulitura della superficie**

Ciclo di pulitura con acqua deionizzata e successiva spazzolatura (o con altra tecnica indicata negli elaborati di progetto) della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polveri, oli, scorie e qualsiasi altra sostanza estranea al materiale lapideo. Tutte le operazioni di pulitura dovranno tendere a lasciare l'interno della lesione o del giunto privo di detriti o patine, ma con la superficie scabra, così da favorire un idoneo contatto con malta da ripristino. Nel caso in cui la superficie, oggetto di intervento, si dovesse presentare con efflorescenze saline od altre patologie derivate dalla presenza di sali si renderà indispensabile procedere alla desalinazione della muratura utilizzando metodi e tecniche dettate dalla D.L. (ad es. impacchi di polpa di cellulosa imbevuti in acqua deionizzata). Lo stesso criterio sarà utilizzato se l'apparecchio murario risultasse affetto da umidità di risalita capillare od ancora dovesse presentare muschi, licheni o vegetazione superiore infestante: prima di qualsiasi intervento d'integrazione si dovrà procedere alla bonifica della muratura.

Per specifiche sulle tecniche di pulitura, desalinazione, bonifica o deumidificazione si rimanda a quanto esposto agli articoli specifici.

**Specifiche sulle stuccature**

Saranno da evitare le stuccature a base di cementi tradizionali, perché questi potranno cedere ioni alcalini e solfati che potrebbero portare alla formazione di sali solubili dannosi per il materiale lapideo. Inoltre, gli impasti a base di cemento sono, spesso, meno porosi di molti materiali lapidei, cosicché, se si verificasse un

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

movimento d'acqua all'interno di una struttura, la sua evaporazione e la conseguente cristallizzazione dei sali presenti potrebbe avvenire a carico delle parti più porose e non delle stuccature. Infine, le differenze di dilatazione termica fra pietra e cemento potrebbero provocare fessurazioni o danni di tipo meccanico (estratto dalla Raccomandazione NorMaL n. 20/85).

### Avvertenze

Sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di stuccatura, integrazione o, più in generale, 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, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

### Stuccatura di elementi lapidei

Lo scopo dell'intervento sarà quello di colmare le lacune e le discontinuità (parziale mancanza di giunti di malta, fratturazione del concio di pietra ecc.) presenti sulla superficie della pietra (qualsiasi sia la loro origine) così da "unificare" la superficie ed offrire agli agenti di degrado (inquinanti atmosferici chimici e biologici, nonché infiltrazioni di acqua) un'adeguata resistenza.

Previa esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione di parti non consistenti e lavaggio della superficie) e bagnatura con acqua deionizzata, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire: per le parti più arretrate sarà consigliabile utilizzare una malta a base di calce idraulica naturale NHL 2 a basso contenuto di sali composta seguendo le indicazioni di progetto e la tipologia di lapideo (ad es. si utilizzeranno, preferibilmente, delle cariche pozzolaniche su materiali di natura vulcanica e degli inerti calcarei se si opererà su pietre calcaree); in assenza di queste si potrà utilizzare, un impasto caricato con una parte di sabbia silicea lavata (granulometria costituita da granuli 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%) ed una parte di cocchiopesto; in alternativa al cocchiopesto si potrà utilizzare pozzolana ventilata (rapporto legante-inerte 1:3). La stuccatura si eseguirà utilizzando piccole spatole a foglia o cazzuolini, evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta sia con gli attrezzi); si potranno, eventualmente, mascherare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta. Nel caso occorra preparare una malta particolarmente resistente a compressione si potrà ricorrere all'utilizzo di piccole quantità di cemento bianco esente da gesso e sali solubili; le eventuali quantità dovranno essere limitate in quanto il cemento bianco presenta notevoli ritiri in fase di presa (un sovradosaggio porterebbe a delle malte di eccessiva durezza, ritiro e scarsa permeabilità al vapore acqueo).

La stuccatura di superficie sarà eseguita con grassello di calce (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione); la carica dell'impasto sarà di pietra macinata (meglio se tritata a mano così da avere una granulometria simile a quella del materiale originale); verrà, preferibilmente, utilizzata la polvere della pietra stessa o, in mancanza di questa, un materiale lapideo di tipologia uguale a quella del manufatto in questione in modo da ottenere un impasto simile per colore e luminosità; potranno essere utilizzate anche polveri di cocchiopesto, sabbie silicee ventilate, pozzolana, o carbonato di calcio: rapporto tra legante-inerte di 1:3 (per es. 1 parte grassello di calce; 1 parte pietra macinata; 2 parti di polvere di marmo fine). Sarà consigliabile tenere l'impasto dello stucco piuttosto asciutto in modo da favorire la pulizia dei lembi della fessura.

In alternativa si potranno effettuare stuccature di superficie invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da elastomeri fluorurati e polvere della stessa pietra o altra carica con caratteristiche e granulometria simile (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo sul fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati).

### Specifiche sulla stuccatura

La scelta di operare la stuccatura a livello o in leggero sotto-quadro nella misura di qualche millimetro (così da consentirne la distinguibilità), dovrà rispondere principalmente a criteri conservativi; sovente, infatti, le

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

integrazioni sottolivello creano percorsi preferenziali per le acque battenti innescando pericolosi processi di degrado. Gli impasti dovranno essere concepiti per esplicitare in opera valori di resistenza meccanica e modulo elastico inferiori a quelli del supporto, pur rimanendo con ordini di grandezza non eccessivamente lontani da quelli del litotipo.

### *Additivi organici*

Le malte utilizzate potranno essere caricate, se le disposizioni di progetto lo prevedono, con additivi organici (in quantità inferiore al 2-5%), quali: resine acriliche in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante, o, nel caso d'utilizzo con calce aerea, di colloide protettore che tende a trattenere l'acqua, così da non far "bruciare" prematuramente la pasta da stucco. Qualora, invece, venga richiesta alla malta una forte adesività strutturale (ad es. per stuccature profonde non esposte ai raggi UV) ed un'alta resistenza meccanica sarà più opportuno impiegare resine termoindurenti come quelle epossidiche. In ogni caso, salvo diverse disposizioni della D.L., il rapporto legante-additivo sarà generalmente 10:1.

### *Colore stuccatura*

Al fine di rendere possibile un'adeguata lettura cromatica si potrà "aiutare" il colore dell'impasto additandolo con terre colorate e pigmenti (massimo 5% di pigmenti minerali o 10% di terre). Il colore della pietra si raggiungerà amalgamando, a secco, le cariche fino ad ottenere il tono esatto ma più scuro per bilanciare il successivo schiarimento che si produrrà aggiungendo la calce. Effettuate le miscele di prova si dovranno, necessariamente, trascrivere le proporzioni e preparare dei piccoli campioni di malta su mattone o lastra di pietra, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Per tutte quelle stuccature che interesseranno porzioni di muro vaste potrà essere preferibile ottenere una risoluzione cromatica in leggera difformità con la pietra originale.

### *Trattamento finale*

A presa avvenuta, al fine di ottenere una stuccatura opaca, la superficie interessata verrà lavata e/o tamponata (esercitando una leggera pressione) con spugna inumidita di acqua deionizzata, così da compattare lo stucco, far emergere la cromia della punteggiatura ed eliminare eventuali residui di malta.

### **Risarcimento-stilatura giunti di malta**

L'intervento prevedrà l'integrazione delle porzioni di malta mancanti e sarà eseguito mediante impasti a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelli del materiale originale e con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) simili o discordanti in relazione alle disposizioni di progetto. Lo scopo della rabbocatura sarà quello di preservare le cortine murarie da possibili fenomeni di degradazione e di restituire continuità alla tessitura, al fine di evitare infiltrazioni od attacchi di vegetazione infestante, accrescendone le proprietà statiche. L'operazione di stillatura dovrà essere evitata (previa rimozione) su manufatti saturi di sali, in particolare in presenza di estese efflorescenze saline, ovvero di muffe, polveri o parti non solidali che potrebbero impedire la solidificazione della malta tra gli elementi.

Previo esecuzione delle verifiche e delle operazioni preliminari (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) la procedura prevedrà l'abbondante bagnatura con acqua pulita (specialmente se il substrato è particolarmente poroso) del giunto, così da garantire alla malta originale ed alle superfici limitrofe l'utile saturazione, basilare per evitare che si verifichi l'assorbimento del liquido dalla nuova malta compromettendone la presa. Una volta inumidito il giunto si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire. Per l'impasto, seguendo le disposizioni di progetto, si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da calce idraulica, grassello di calce, sabbie od altri aggregati minerali di granulometria nota; per le parti più arretrate sarà opportuno utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (ottenuta per calcinazione a bassa temperatura, esente da sali solubili, con un'ottima permeabilità al vapore) e sabbia di fiume vagliata (granulometria 0,5-1,5 mm). In alternativa alla sabbia si potranno utilizzare altre cariche quali pozzolana o cocchiopesto (cocchio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse temperature);

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

in ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2. Questo strato di “fondo” si effettuerà utilizzando cazzuolino, cucchiaretto o una piccola spatola metallica facendo attenzione a non “sporcare” le superfici non interessate. A questo scopo sarà conveniente proteggere, preventivamente, con idonea pellicola protettiva (ad es. nastro di carta adesivo) o con teli di nylon, sia le superfici lapidee o laterizie dei conci che delimitano il giunto d'allettamento, sia gli eventuali serramenti od elementi ornamentali prossimi alla zona d'intervento. Per la stillatura di finitura si potrà utilizzare un impasto a base di grassello di calce; la carica dell'impasto potrà essere di pietra macinata, sabbia di fiume fine (granulometria 0,5-0,8 mm) o, in caso di apparecchio in laterizi, polvere di cotto macinato: rapporto tra legante-inerte di 1:3. La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campione, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.

Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà a “stringere” la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che il giunto apparirà coeso e senza cretti.

Se gli elaborati di progetto richiederanno un giunto con finitura scabra si potrà intervenire sulla malta della stillatura (appena questa abbia “tirato” ma sia ancora modellabile) “segnandola” con spazzola di saggina o tamponandola con tela di Juta ruvida. Si ricorda che la spazzola non dovrà essere strofinata sulla superficie, ma battuta leggermente, altrimenti si rischierà di danneggiare la rabbocatura. Saranno da evitare spazzole di ferro in quanto si potrebbero danneggiare il giunto ed i supporti limitrofi.

### Specifiche

A seconda delle disposizioni di progetto l'operazione di integrazione-risarcitura potrà essere più o meno connotata; si potrà, infatti, eseguire una stillatura dei giunti seguendo il filo esistente oppure eseguirla in leggero sottofilo od, ancora, sfruttando la granulometria ed il colore degli inerti si potrà ottenere un risultato mimetico o di evidente contrasto tra la vecchia e la nuova malta.

Nel caso in cui il progetto preveda una risarcitura “mimetica” si dovrà porre particolare attenzione nell'individuazione della composizione e colorazione specifica della malta che dovrà accordarsi, mediante la cromia dell'impasto e la granulometria degli aggregati, una volta applicata ed essiccata, alla granulometria delle malte di supporto, considerando le diverse gradazioni cromatiche e caratteristiche tessiture presenti nell'apparecchio murario dovute al diverso orientamento, esposizione agli agenti atmosferici ed alla presenza di materiali diversi.

### Trattamento finale

L'operazione di stuccatura si completa con spugna ed acqua deionizzata per eliminare i segni della spazzola, far risaltare le dimensioni e la cromia dell'aggregato e per togliere le eventuali cariche distaccate che potrebbero conferire al giunto asciutto un aspetto polverulento.

## Articolo 71.

### IDROFOBIZZAZIONE DI MANUFATTI EDILI

L'effettuazione di tale trattamento si colloca nella maggior parte dei casi al termine del ciclo degli interventi prettamente conservativi (pulitura, consolidamento). La scelta del procedimento di protezione e/o delle sostanze da utilizzarsi andrà sempre concordata con gli Organi preposti alla tutela ed eseguita dietro autorizzazione e indicazione della D.L. L'utilizzo di specifici prodotti sarà sempre preceduto da test di laboratorio in grado di verificarne l'effettiva efficacia in base al materiale da preservare. L'applicazione di prodotti protettivi rientra comunque nelle operazioni da inserire nei programmi di manutenzione periodica post-intervento.

La fase applicativa di tali prodotti richiederà una certa cautela ed attenzione, sia nei confronti del materiale sia per l'operatore che dovrà essere munito di apposita attrezzatura di protezione secondo normativa.

In generale i prodotti dovranno essere applicati su supporti puliti, asciutti e privi di umidità a temperature non eccessive (possibilmente su paramenti non esposti ai raggi solari) onde evitare un'evaporazione repentina dei solventi utilizzati.

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

L'applicazione si effettuerà irrorando le superfici dall'alto verso il basso, in maniera uniforme, sino a rifiuto. L'Appaltatore potrà procedere al trattamento idrofobizzante delle superfici esterne dei manufatti edili solo dopo aver effettuato, se prescritto dagli elaborati di progetto, una loro impregnazione con effetto consolidante.

I lavori andranno eseguiti previa l'accurata pulizia delle superfici.

Se si dovessero utilizzare per la pulizia sostanze chimiche attive, l'Appaltatore dovrà neutralizzare l'azione degli eventuali residui con abbondante acqua o mediante l'uso di appositi neutralizzatori indicati dalla D.L.

Prima di dare inizio ai lavori, dovrà eseguire prove applicative su superfici campione al fine di determinare la quantità di materiale occorrente e di verificare, se prescritto, mediante specifiche analisi di laboratorio, la validità del trattamento, la profondità d'impregnazione e la compatibilità fisico-chimica della sostanza impregnante con il supporto.

Gli impregnanti, salvo diverse prescrizioni, dovranno essere applicati su fondi asciutti.

L'Appaltatore dovrà dopo la pulizia con acqua o in caso di pioggia, attendere che le superfici, traspirando, riacquistino il loro naturale tasso di umidità.

Per applicare le sostanze impregnanti si potranno impiegare indifferentemente sia sistemi manuali che meccanici.

Per ottenere una profonda ed efficace impregnazione si potranno utilizzare:

- pennelli purchè la sostanza impregnante venga stesa più volte fino a completa saturazione del manufatto;
- altre tecniche purchè siano in grado di trattenere la sostanza impregnante sul supporto per il tempo occorrente a realizzare un completo assorbimento ed a condizione che non comportino alcun pericolo per l'integrità del manufatto.

Qualora venissero impiegati sistemi a spruzzo, gli ugelli dovranno essere tenuti ad una distanza di almeno 10-15 cm. in modo da evitare il ricorso a pressioni elevate.

L'Appaltatore, infine, durante il periodo estivo dovrà evitare l'impregnazione di superfici soleggiate e durante l'inverno proteggere con teli le superfici esposte alle piogge evitando il trattamento con temperature inferiori a 0 gradi centigradi.

## **H. RESTAURO DI INTONACI, STUCCHI, PITTURE MURALI**

### **Articolo 72.**

#### **RIFACIMENTO DI INTONACI**

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature la malta aderente, 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, crepature, 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'Appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno cinque mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore il fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm. 15 .

L'esecuzione degli intonaci, salvo diversa disposizione della D.L., dovrà seguire l'effettivo andamento della muratura e le riprese parziali di intonaco dovranno adattarsi alle condizioni ed all'andamento della muratura e dell'intonaco lasciato in opera, in modo da risultare del tutto continuo, senza alcuna diversità o discontinuità per l'intera parete.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la D.L.. Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso.

*a) Sbruffatura*

Detta lavorazione verrà eseguita in presenza di murature miste alquanto degradate e comunque disgregate. Verrà eseguita impiegando gli stessi materiali descritti successivamente con l'esclusivo utilizzo di mezzi tradizionali.

*b) Rinzauffo e arriccio*

Verrà applicato alle murature un primo strato di malta (con la composizione prescritta) detto rinzauffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattazzo stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicchè le pareti riescano per quanto possibile regolari.

*c) Intonaco comune o civile*

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà per modo che l'intera superficie risulti il più possibile piana ed uniforme, secondo l'andamento delle murature e le superfici degli intradossi.

*d) Intonaco lisciato a grassello*

Prima che l'intonaco si raffermi verrà steso su di esso un terzo strato di malta minimamente addizionata di sabbia alquanto fine adoperando attrezzi metallici in modo da ottenere una superficie levigata. Si potrà usare, a richiesta della D.L., polvere di marmo anzichè la sabbia fine.

**Articolo 73.**

**PULITURA DI INTONACI E SUPERFICI PITTORICHE**

La pulitura di superfici dipinte verrà effettuata solo a seguito di una valutazione di buono stato di conservazione della stessa, previa identificazione della presenza di eventuali difetti di adesione e/o coesione della pellicola pittorica.

Laddove si verificassero tali difetti verranno preliminarmente eseguite le operazioni di risarcimento dei difetti stessi e quindi di appositi test per verificare l'idoneità del metodo di pulitura fra i seguenti o tramite loro combinazione:

\_ Pulitura a secco con gomme sintetiche tipo Wishab, pennelli a setola morbida, pani di gomma comprendente la rimozione di deposito superficiale.

\_ Pulitura manuale a secco con ausilio di pennelli a setola morbida, bisturi, raschietti, aspiratori elettrici, comprendente la rimozione di sbavature e schizzature di malte o altro materiale lungo il margine inferiore delle pareti in prossimità del piano di calpestio.

\_ Pulitura con acqua distillata e tensioattivo a base di sali quaternari d'ammonio a bassa concentrazione (2%), da effettuarsi con piccole spugne per la rimozione di depositi superficiali incoerenti previa esecuzione di prova di resistenza della pellicola pittorica all'acqua.

\_ Pulitura con solventi organici e/o inorganici.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

\_ Applicazione di sostanze biocide a base di sali quaternari d'ammonio in opportuna concentrazione (10%) in presenza di attacchi microbiologici localizzati.

Tutte le puliture sono comprensive degli oneri di pulitura degli ambienti e trasporto a discarica dei materiali di risulta.

### *Pulitura chimica ad azione basica di cicli pittorici*

Tale metodo di pulitura verrà eseguito in corrispondenza di aree in mediocre e/o cattivo stato di conservazione per la presenza di fissativi, ridipinture e/o ritocchi alterati etc.

Verrà inizialmente eseguita una prova di resistenza del film pittorico all'acqua e verrà identificata la presenza di eventuali difetti di adesione e coesione della pellicola pittorica da sottoporre a risarcimento.

L'Appaltatore dovrà eseguire preventivamente prove comparate da sottoporre alla D.L. per la valutazione del metodo di pulitura adeguato, inclusi gli oneri relativi alla preparazione dei materiali, ai saggi per la scelta della soluzione e dei tempi di contatto idonei, il tutto realizzato mediante:

- Eventuale preparazione con spolveratura della superficie con pennelli a setola morbida, pulitura con acqua demineralizzata e asciugatura della superficie;

- Eventuale applicazione di fogli di carta giapponese con soluzione satura di carbonato di ammonio, miscela AB 57 e/o solventi organici idonei;

- Applicazione a pennello, attraverso impacchi con supportanti di varia natura imbevuti in soluzione satura di carbonato di ammonio, miscela AB 57 e/o solventi organici idonei da far agire secondo la tempistica definita con i saggi iniziali e le caratteristiche dello strato pittorico;

- Rimozione dell'impacco;

- Pulitura con acqua satura di carbonato di ammonio, miscela AB 57 e/o solventi organici idonei per non interrompere la reazione;

- Risciacquo finale con acqua demineralizzata e applicazione di fogli di carta giapponese debordanti rispetto all'area di applicazione dell'impacco per assorbimento delle eventuali sostanze residue.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri relativi ai saggi per la calibratura delle soluzioni, dei tempi di applicazione e alla successiva rimozione dei residui di soluzione dalla superficie e ogni altro onere secondo le direttive impartite dalla Direzione Lavori.

### **Articolo 74.**

#### **STUCCATURE E MICROSTUCCATURE**

In presenza di lacune degli intonaci si prevede la loro stuccatura mediante impasto di sabbia, grassello di calce e eventuale addizione di polvere di marmo, da eseguirsi previa realizzazione di saggi per la individuazione della composizione della malta idonea per colorazione e granulometria. Successivamente verrà realizzata la pulitura e la revisione cromatica dei bordi.

In presenza di lesioni degli intonaci si prevedono stuccature o microstuccature mediante impasto di sabbia e grassello di calce per la stuccatura e impasto di inerti finissimi e grassello di calce per la microstuccatura da eseguirsi con spatole odontotecniche.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**I. PAVIMENTI E RIVESTIMENTI**

**Articolo 75.**

**PAVIMENTI**

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 connessioni dei diversi elementi a contatto la benchè minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per mm.15 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'intonaco 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 10 giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo dove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei lavori i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo, giusto le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

**a) Sottofondi** - Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo esse 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 non minore di cm.4 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 cm.1,5 a 2.

Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di 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 modo da evitare qualsiasi successivo cedimento.

**b) Pavimenti esterni in lastre di pietra** - Tali pavimenti saranno posati, ad integrazione della pavimentazione esistente, sopra letto di sabbia con battitura, sigillatura e rifilatura dei giunti con boiaccia di cemento. Successivamente si procederà alla pulitura della malta in eccesso. 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.



## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benchè minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per mm.15 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'intonaco 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 10 giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo dove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei lavori i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo, giusto le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

### **c) Pavimenti in cubetti di porfido**

*Posa in letto di sabbia e cemento e sigillatura in sabbia/ boiaccia cementizia/con bitume a caldo.*

Per ottenere il miglior risultato è indispensabile seguire alcune fondamentali e semplici regole d'esecuzione:

- A.** si prepara una miscela a secco di sabbia e cemento in ragione di 2 q di cemento per 1 m<sup>3</sup>, che viene stesa sul sottofondo a formare il letto di posa dei cubetti. E' importante che detta miscela sia ben uniforme ad evitare che in seguito si possano verificare nella pavimentazione dei punti di resistenza diversificata e con maggiore o minore impermeabilità;
- B.** su questo letto vengono collocati i cubetti a secco;
- C.** si esegue sulla superficie posata una prima leggera battitura (un solo passaggio con piastra vibrante);

### **sigillatura a boiaccia**

**D.** si prepara la boiaccia cementizia (di parte uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua) e la si versa sulla superficie, tirandola con spazzoloni rigidi in modo che ogni giuntura risulti riempita e vada a bagnare il sottostante letto di sabbia e cemento;

**E.** dopo il riposo di mezz'ora/un'ora si procede alla vibratura definitiva in presenza di acqua;

**F.** si procede alla pulitura della superficie pavimentata con getto di acqua convenientemente dosato, e in successione con segatura di legno prima bagnata e poi asciutta. **Le acque di risulta dovranno essere raccolte e smaltite a discarica. E' fatto assoluto divieto di scaricare l'acqua di risulta nel fiume o giardini adiacente.**

Con il sistema descritto si forma una cementazione tra i cubetti, la sigillatura esterna e lo strato inferiore di sabbia e cemento. E' però necessario, perché la presa sia assicurata, che le intere operazioni di posa, battitura e bagnatura vengano eseguite possibilmente in giornata e, nel caso di temperature non molto elevate, anche ogni due o tre giorni.

Bagnatura, battitura e sigillatura eseguite con intervalli di tempo eccessivamente distanziati determinerebbero tempi di presa differenziati e quindi la mancata congiunzione della sigillatura con il sottostante letto di posa. Ne conseguirebbe una minore solidità del manto ed un più probabile deterioramento della sigillatura.

E' dunque sempre molto importante porre attenzione agli intervalli tra le singole operazioni, tenendo presente le condizioni meteorologiche che influenzano in maniera determinante i tempi di presa del cemento.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Nei casi particolari, come nelle strade con forte pendenza, non è consigliabile la completa ultimazione della pavimentazione in una stessa giornata perché la boiaccia di sigillatura e le acque di lavaggio della medesima andrebbero a sporcare il manto precedentemente eseguito. In tal caso sarà opportuno effettuare più accuratamente la prima battitura giornaliera e, solo a pavimentazione ultimata (intendendo il solo tratto in pendenza), eseguire la sigillatura dell'intera superficie.

### **Smontaggio – Riposa**

**G.** La pavimentazione deve riproporre l'esistente configurazione utilizzando gli stessi cubetti recuperati e stoccati dallo smontaggio in modo da facilitare la riposa. La posizione, dimensione e orientazione di ogni ventaglio deve essere rilevato prima dello smontaggio per consentire la corretta riposa. La larghezza dei giunti deve essere la stessa dello stato attuale che sarà verificata in confronto alla pavimentazione non smontata.

### **Obbligo di Campionatura**

**H.** L'impresa ha l'obbligo di realizzare una campionatura di 2mq per ognuno dei tre metodi di sigillatura (soprascritto) sul quale sarà scelto il metodo di sigillatura che sarà utilizzato per tutto la pavimentazione in cubetti.

## **Articolo 76.**

### **CALCESTRUZZO ARCHITETTONICO EFFETTO LAVATO**

Si tratta di pavimentazione architettonica eseguita mediante l'impiego di un calcestruzzo R ck .....(valore richiesto) durabile, colorato, ghiaia a vista, gettato in opera, di spessore minimo di 8 cm.

Deve essere realizzato un sottofondo in calcestruzzo o di un terreno perfettamente stabilizzato e, comunque, opportunamente calcolato in funzione della destinazione finale dell'opera (da computarsi a parte) e successivo posizionamento dei giunti di dilatazione e/o di eventuali inserti costituenti il motivo architettonico secondo le prescrizioni della D.L., trattamento protettivo di cordoli, zoccolature e ogni altro elemento architettonico che potrebbe sporcarsi durante il getto della pavimentazione, da realizzarsi mediante l'applicazione con pennellata di uno specifico prodotto (tipo Protector VBA).

Successivo confezionamento del calcestruzzo corticale progettato con caratteristiche di mix-design, natura e colorazione degli inerti e della matrice

cementizia che dovranno essere accettati dalla D.L. previa realizzazione di campionature, con l'aggiunta di un additivo multifunzionale in polvere (tipo

Chromofibre VBA) appositamente studiato per la realizzazione di pavimentazioni a ghiaia a vista.

Il dosaggio dell'additivo in polvere, contenuto in confezione fas-pak completamente idrosolubile, dovrà essere pari a 25 kg/mc

L'aggiunta di tale additivo nel calcestruzzo deve determinare:

- un aumento della resistenza ai cicli di gelo/disgelo, all'abrasione, alla fessurazione ed agli urti, con conseguente eliminazione della rete elettrosaldata non calcolata;
- una colorazione uniforme e durabile della matrice del calcestruzzo, con stabilità di colore e riduzione delle efflorescenze;

L'additivo multifunzionale deve essere mescolato al calcestruzzo di consistenza S2 in autobetoniera, fino al raggiungimento di una corretta omogeneità dell'impasto (minimo 7-8 minuti alla velocità massima).

Successiva posa in opera, che avverrà nei campi precedentemente predisposti.

Dopo la stesura, staggiatura ed eventuale lisciatura a mano dell'impasto, evitando ogni tipo di vibrazione o sollecitazione che potrebbe indurre l'affondamento degli inerti, applicazione a spruzzo con adeguata pompa a bassa pressione di uno strato uniforme di liquido disattivante di superficie al solvente (tipo Disattivante VBA) in ragione di 3 mq/litro.

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

Il prodotto oltre ad agire da protettivo anti-evaporante, rallenta la presa superficiale del calcestruzzo della pavimentazione e, pertanto, deve essere applicato prima dell'inizio della stessa, immediatamente dopo le operazioni di getto e, staggiatura.

Lavaggio della superficie con abbondante acqua fredda a pressione, per portare a vista gli inerti, da eseguirsi dopo circa 24 ore e, comunque, in funzione delle condizioni di umidità, temperatura e della classe di cemento impiegata.

A totale maturazione del calcestruzzo della pavimentazione ghiaia a vista, e ad insindacabile giudizio della D.L., trattamento della superficie con idonei prodotti idro-oleorepellenti (tipo Chromofuge) da computarsi a parte.

La D.L. potrà richiedere, a sua discrezione, prove sulla pavimentazione e controllare qualità e dosaggio dei costituenti. Potrà inoltre, acquisire dalla Società Fornitrice dei prodotti, sia la certificazione di qualità ai sensi della ISO 9002, sia una dichiarazione di conformità relativa alla partita di materiale consegnato di volta involta.; il tutto per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

### **Articolo 77. RIVESTIMENTI**

I materiali con i quali verranno eseguiti tutti i tipi di rivestimento dovranno possedere i requisiti prescritti e, prima della messa in opera, l'appaltatore dovrà sottoporre alla approvazione del direttore dei lavori una campionatura completa.

Tutti i materiali ed i prodotti usati per la realizzazione di rivestimenti dovranno avere requisiti di resistenza, uniformità e stabilità adeguati alle prescrizioni ed al tipo di impiego e dovranno essere esenti da imperfezioni o difetti di sorta; le caratteristiche dei materiali saranno, inoltre, conformi alla normativa vigente ed a quanto indicato dal presente capitolato.

Le pareti e superfici interessate dovranno essere accuratamente pulite prima delle operazioni di posa che, salvo diverse prescrizioni, verranno iniziate dal basso verso l'alto.

Gli elementi del rivestimento, gli spigoli ed i contorni di qualunque tipo dovranno risultare perfettamente allineati, livellati e senza incrinature; i giunti saranno stuccati con materiali idonei e, a lavoro finito, si procederà alla lavatura e pulizia di tutte le parti.

I rivestimenti saranno eseguiti con diverse modalità in relazione al tipo di supporto (calcestruzzo, laterizio, pietra, etc.) su cui verranno applicati.

Le strutture murarie andranno preparate con uno strato di fondo (spessore 1 cm.) costituito da una malta idraulica o cementizia e da una malta di posa dosata a 400 Kg. di cemento per mc. e sabbia con grani di diametro inferiore ai 3 mm.

Prima dell'applicazione della malta le pareti dovranno essere accuratamente pulite e bagnate così come si dovranno bagnare, per immersione, tutti i materiali di rivestimento, specie se con supporto poroso.

Lo strato di malta di posa da applicare sul dorso delle eventuali piastrelle sarà di 1 cm. di spessore per rivestimenti interni e di 2/3 cm. di spessore per rivestimenti esterni.

La posa a giunto unito (prevalentemente per interni) sarà eseguita con giunti di 1/2 mm. che verranno stuccati dopo 24 ore dalla posa e prima delle operazioni di pulizia e stesa della malta di cemento liquida a finitura.

La posa a giunto aperto verrà realizzata con distanziatori di 8/10 mm., da usare durante l'applicazione del rivestimento, per la creazione del giunto che verrà rifinito con ferri o listelli a sezione circolare prima delle operazioni di pulizia.

Su supporti di gesso i rivestimenti verranno applicati mediante cementi adesivi o collanti speciali; su altri tipi di supporti dovranno essere usate resine poliviniliche, epossidiche, etc.

### **TIPI DI RIVESTIMENTI**

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

### LISTELLI DI LATERIZIO

Rivestimento per pareti esterne da realizzare in listelli di laterizio da cortina delle dimensioni di 3-5 cm. di larghezza e di 18-25 cm. di lunghezza, in colori correnti da porre in opera sia con lati combacianti che stilati, completi di sottofondo in malta, di pezzi speciali, di eventuale stuccatura e stilatura dei giunti di malta con cemento, pulizia con spazzolatura e lavatura delle pareti con acido cloridrico da diluire in acqua.

## J. INTONACI E DECORAZIONI

### Articolo 78.

#### INTONACI

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo avere rimossa dai giunti delle murature, ancora in situ ma instabile, 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, crepature, 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'Appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno cinque mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore il fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm. 15 .

L'escuzione degli intonaci, se disposto dalla D.L. dovrà seguire l'effettivo andamento della muratura e le riprese parziali di intonaco dovranno adattarsi alle condizioni ed all'andamento della muratura e dell'intonaco lasciato in opera, in modo da risultare il tutto continuo, senza alcuna diversità o discontinuità per l'intera parete.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la D.L.. Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso.

#### *a) Sbruffatura*

Detta lavorazione verrà eseguita sotto la direzione dei lavori in presenza di murature miste alquanto degradate e comunque disgregate.

Verrà eseguita impiegando gli stessi materiali descritti successivamente con l'utilizzo esclusivo di mezzi tradizionali.

#### *b) Intonaco grezzo o arricciatura*

Verrà applicato alle murature un primo strato di malta (con la composizione prescritta) detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicchè le pareti riescano per quanto possibile regolari.

#### *c) Intonaco comune o civile*

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi e comunque nel restauro dovrà seguire l'andamento delle murature.

## K. TUBAZIONI.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 79.  
GENERALITÀ**

**Tubazioni in genere**

Le tubazioni in genere del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche di cui all'Art. "Tubazioni" eseguire 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 a giunti, sifoni, etc. 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 metri 1 sotto il piano stradale; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile, mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, etc., 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 da 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a secondo delle disposizioni della D.L.

Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità, dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima. Così pure sarà a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, etc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

a) Fissaggio delle tubazioni

Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni, eseguiti di norma in ferro o ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze non superiori a mt 1.

Le condutture interrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della D.L., o su baggioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto in calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, etc., che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60 gradi, in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita.

Nel caso in cui i tubi poggino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.

b) Tubazioni di P.V.C. per linee interrate

Nei casi in cui il terreno originario sia di natura aspra o ciottolosa si dovrà provvedere a disporre un piano di posa sabbioso ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad altezza di cm 15 al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Al fine di assicurare, nel modo migliore, un sistema di tipo flessibile, le tubazioni dovranno essere dotate di giunto con anello di gomma inserito nel bicchiere facente parte integrante del tubo stesso.

c) o) Tubazioni in polietilene per linee interrate

Le giunzioni possono avvenire per polidiffusione o per mezzo di manicotti di materiale plastico o metallico. Per la posa in opera in terreni ciottolosi, aspri e tali da non garantire una omogenea e continua aderenza con il tubo, bisognerà formare un letto sabbioso di posa ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad una altezza di 15 cm al di sopra della generatrice del tubo stesso.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**L. POZZETTI E CHIUSINI**

**Articolo 80.**

**POZZETTI D'ISPEZIOE IN CLS – NORME GENERALI**

I pozzetti dovranno essere prodotti e controllati, nelle varie fasi di produzione, secondo quanto indicato nella Norma Europea UNI EN 1917, e provvisti di marcatura CE. I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976 n° 319, recante le norme per la tutela delle acque.

L'appaltatore dovrà altresì curare tutte le lavorazioni, attività, forniture e prestazioni (quali posa in opera, collegamento delle tubazioni, controllo idraulico) ed ogni altra opera che, ancorché non esplicitamente specificati nelle presenti descrizioni, siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili per ottenere il pozzetto perfettamente funzionante ed a tenuta senza impiego di sigillanti o stuccature di qualsiasi natura, il tutto come da specifiche tecniche di progetto.

I pozzetti contemplati in progetto sono a "sezione circolare ed idonei per ispezioni in reti fognarie". Essi sono costruiti con pareti in calcestruzzo, realizzate con cemento ed inerti di idonea pezzatura. I pozzetti sono circolari e con incastri a bicchiere.

I pozzetti dovranno essere prefabbricati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo con l'Appendice "F" della Norma UNI EN 1917, con caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti da peso proprio, grado di riempimento, altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice, carichi esterni, ecc, secondo il coefficiente di posa previsto e risultante dalle seguenti situazioni:

- pozzetti interrati con ricoprimento variabile da 0,20 a 1,00 mt e sottostanti a strade di prima categoria;
- pressione nominale interna massima kg. 0,5/cm<sup>q</sup>;

in ogni caso, come dalle verifiche effettuate e secondo le modalità di posa previste in progetto, gli spessori costruttivi nominali non dovranno essere inferiori a: DN 800 spessore 120 mm, DN 1000 spessore 150 mm, DN1200 spessore 150 mm. (lo spessore di parete misurato (S), non deve risultare minore del 95% del valore riportato nella documentazione di fabbrica, come previsto nel punto 4.3.3.2 della norma UNI EN 1917). Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio. Sono ammesse screpolature all'interno dello strato superficiale di boiaccia, fessurazioni capillari causate dal ritiro o dalla temperatura con una larghezza superficiale non maggiore di 0,15 mm. Le superfici dovranno essere scevre da sbecchettamenti e avere tutti i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni come da certificazione. I fondi dei pozzetti saranno prodotti mediante sistema "a colo": tale sistema garantisce la presa e l'indurimento del calcestruzzo nello stampo in modo da evitare deformazioni sugli innesti delle condotte.

La lunghezza interna massima del corpo cilindrico di un tubo di raccordo femmina deve essere uguale allo spessore di parete dell'elemento di base più la metà della dimensione nominale del tubo espressa in mm, con un massimo di 500 mm, così come previsto nel punto 4.3.3.3 della norma UNI EN 1917.

I gradini devono avere sporgenza minima di 120 mm dalla faccia del calcestruzzo. La spaziatura verticale all'interno di una struttura finita deve essere in rapporto all'altezza interna degli elementi e deve essere compresa fra mm 250 e mm 350, così come previsto nel punto 4.3.3.4 della norma UNI EN 1917.

La durabilità degli elementi e dei relativi giunti è garantita dai seguenti requisiti previsti nel punto 4.3.4 della norma UNI EN 1917. Questo punto richiama la norma UNI EN 1916, ed in particolare:

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

- massimo rapporto acqua/cemento nel calcestruzzo secondo il punto 4.2.3 della norma UNI EN 1916;
- massimo contenuto di cloruro nel calcestruzzo secondo il punto 4.2.5 della norma UNI EN 1916;
- massimo assorbimento d'acqua nel calcestruzzo secondo il punto 4.2.6 della norma UNI EN 1916;
- conformità ai criteri di uno dei quattro metodi per dimostrare la durabilità dei giunti secondo il punto 4.3.4.2 della norma UNI EN 1916.

Le prestazioni tecniche cui devono soddisfare i pozzetti, sono essenzialmente di due tipi:

1. resistenza meccanica in accordo con le Appendici "A" e "B" della Norma UNI EN 1917;
2. impermeabilità: I e prove di impermeabilità all'acqua si devono eseguire in accordo con l'Appendice "C" della Norma UNI EN 1917. Quando sottoposto a prova, ogni elemento o assemblaggio del giunto non deve mostrare alcuna perdita o altri difetti visibili durante il periodo di prova; l'umidità sulla superficie non costituisce una perdita. La pressione idrostatica interna per l'elemento di base viene fissata in 40 kPa (0,4 bar o approssimativamente 4 mt. di colonna d'acqua), e 30 kPa (0,3 bar o approssimativamente 3 mt. di colonna d'acqua) per elementi camera, condotto verticale intermedio e di chiusura delle camere di ispezione così come descritto nelle modalità di prova riportate nella Norma UNI EN 1916.

Ciascun elemento o, quando ciò non è possibile, ogni confezione di elementi, dovrà essere marcato in modo indelebile e chiaramente visibile. L'identificazione dell'elemento deve avvenire in modo da escludere qualsiasi dubbio. La marcatura dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del Produttore e sigla dell'impianto di produzione;
  - il numero della norma di riferimento (UNI EN 1917);
  - data di produzione espressa in giorno progressivo solare ed anno;
  - identificazione del materiale (elemento di base, prolunga, tronco di cono, ecc) con la dicitura relativa al diametro (in mm), all'altezza (in mm)
  - identificazione della classe di resistenza, in accordo con l'Appendice "H" della norma UNI EN 1917;
- Identificazione di impiego speciale (ove indicato e/o richiesto).

Gli elementi dovranno essere provvisti di marcatura CE con classe di attestazione 4 così come previsto dalla normativa vigente.

### Riferimenti Normativi

UNI EN 1917 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali;

UNI EN 681 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque. Gomma vulcanizzata;

D.M. 14-09-2005 Testo Unico sulle Costruzioni;

DM 12.12.85 Norme tecniche relative alle tubazioni. Circ. LLPP 27291 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;

UNI EN 1610 Costruzione e collaudo di concessioni di scarico e collettori di fognatura;

DL 496/96 .....Sistemi di sollevamento.

### Articolo 81.

#### CHIUSINO D'ISPEZIONE D 400 IN GHISA SFEROIDALE A TELAIO CIRCOLARE

Chiusino di ispezione in ghisa sferoidale a norma UNI EN 1563 per zone ad intenso traffico, con resistenza a rottura superiore a 400kN conforme alla classe D 400 della norma UNI EN 124, certificato ISO 9001, costituito da telaio circolare a struttura alveolare di altezza non inferiore a 100 mm, con fori e asole di fissaggio, coperchio circolare autocentrante sul telaio, giunto in Polietilene antirumore e antibasculamento,

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

con luce netta non inferiore al diametro 600 mm avente superficie antisdrucchiolo, rivestito con vernice protettiva, marcatura riportante la classe di resistenza, la norma di riferimento, l'identificazione del produttore ed il marchio di qualità rilasciato da ente di certificazione indipendente. Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

### **M. DRENAGGI**

#### **Articolo 82. TRINCEE DRENANTI**

Il drenaggio ha lo scopo di allontanare le acque meteoriche e sotterranee dalle strutture o da porzioni di terreno aperto convogliandole alla rete di scarico esistente. Le trincee drenanti verranno realizzate mediante scavo a sezione obbligata (rettangolare) - per cunicolo drenante composto da tubazione microforata su tutta la sezione circolare avente diametro e inclinazione non inferiore a quello di progetto - che verrà colmato con terreno drenante, non argilloso, compattato ogni 20 cm di profondità.

La porzione sottostante viene realizzata mediante posa per tutto il suo perimetro in sezione di una membrana in tessuto geotessile drenante che avvolgerà, a lavorazione completata, tutto l'apparato drenante composto da tubo drenante microforato, una membrana geocomposita - costituita da due non tessuti termosaldati filtranti che racchiudono una struttura tridimensionale in nylon ad elevato indice di vuoti.- a loro volta rivestiti da un ulteriore strato di tessuto geotessile per impedire l'intasamento, uno strato drenante in spezzato avente granulometria di 3 -5 mm compattato a strati di 30cm posti su di un letto di posa spezzato di granulometria 3 -5 mm avente uno spessore di 8cm.

Ove possibile, e salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori, la giunzione dei tubi drenanti e quella dello strato geocomposito drenante verrà assemblato fuori dallo scavo in modo di ottenere un buon controllo sulla qualità di esecuzione, una maggiore celerità di posa del materiale e di poter eliminare la necessità di tutti quegli accorgimenti previsti dalla normativa vigente per il personale operante in zona di scavo sotto la quota di campagna.

Per il rinterro è ammesso l'impiego di materiali provenienti da scavi e demolizioni purché rispondenti ai criteri di accettazione già esposti e privi di parti terrose.

L'assemblaggio del sistema drenante ed il successivo rinterro della trincea, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori, dovrà essere eseguita per tratte con fronte di scavo aperto non superiori ai 20-25m.

Nella posa in opera di tutti gli strati di pietrame e degli altri materiali si dovranno usare tutti quegli accorgimenti necessari per evitare fenomeni di assestamenti successivi alla posa stessa.

### **N. OPERE IN LEGNO**

#### **Articolo 83. OPERE DA CARPENTIERE**

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte ed in conformità alle prescrizioni date dalla D.L..

Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non è tollerato alcun taglio in falso, nè zeppe o cunei, ne' qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Qualora venga ordinato dalla D.L. nelle facce di giunzione verranno interposte dalle lamine di piombo o di zinco, od anche del cartone catramato.



## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

Le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Nel caso di posizionamento di travi su capriate esistenti dovrà essere posta massima cura nell'allineamento delle travi nel piano di falda avendo cura di porre in opera adeguati spessoramenti in corrispondenza degli appoggi.

Per il collegamento di elementi in legno con viti mordenti, si dovrà prevedere un preventivo perforo di idoneo diametro, secondo le prescrizioni contenute negli elaborati di progetto o secondo le indicazioni della D.L.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accertati provvisoriamente dalla D.L.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmati di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

### **Articolo 84.**

#### **TRATTAMENTI CONSERVATIVI DI STRUTTURE E MANUFATTI IN LEGNO**

La difesa del legno da microrganismi e insetti di varia natura che lo attaccano alterandolo, richiederà interventi a vari livelli: l'eliminazione delle sostanze alterabili contenute nel legno, ovvero la difesa dello stesso con insetticidi che oltre a precludere la vita a microrganismi, funghi e insetti possono anche impedire, se oleosi, l'assorbimento non voluto di acqua dall'ambiente. All'eliminazione delle sostanze alterabili si può pervenire con il metodo della vaporizzazione, all'antisepsi con diversi procedimenti e prodotti.

I trattamenti antisettici del legname e le sostanze adatte ad una corretta disinfestazione dovranno in linea di massima, seguire in tutto o in parte (ma senza pregiudicare il risultato finale), le seguenti fasi:

- il biocida dovrà colpire direttamente le larve e le crisalidi in modo da ucciderle;
- tutte le zone con superfici esposte dovranno essere trattate con insetticida e con biocidi fluidi ad alta penetrazione per creare una zona impregnata di veleno, attraverso la quale dovrà passare l'insetto xilofago per uscire in superficie;
- il trattamento superficiale dovrà lasciare uno strato di insetticida sulla superficie e in tutte le fessure del legno; gli insetti dannosi provenienti da altre zone saranno eliminati entrando in contatto con la zona trattata, le uova depositate in superficie si atrofizzeranno e/o saranno distrutte, mentre le larve che stanno nascendo moriranno prima di penetrare nel legno;
- tutti i legni che hanno subito un attacco in profondità deteriorando l'essenza, dovranno subire un intervento di consolidamento in conformità a quanto precedentemente esposto.

L'intervento di disinfestazione dovrà essere tale da eliminare gli agenti biologici negativi esistenti e prevenire eventuali infestazioni future.

Per i trattamenti curativi sarà necessario scegliere il periodo di maggiore attività dell'insetto e quello in cui si trova più vicino alla superficie, cioè il tempo che precede la ninfa e il periodo di sfarfallamento: primavera e/o inizio estate. Il preservante andrà applicato a spruzzo o a pennello, ripetendo il trattamento 2/3 volte consecutive per permettere all'insetto di penetrare nel legno il più profondamente possibile.

Sarà bene evitare l'uso di prodotti in soluzione acquosa in quanto la capacità di penetrazione dipende dall'umidità del legno.

Qualora si prevedesse l'uso di tali insetticidi (presentando il vantaggio di essere inodori), sarà indispensabile bagnare abbondantemente il legno con acqua prima di ogni applicazione.

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

Gli insetticidi sciolti in solvente organico saranno da preferirsi in quanto possiedono una maggiore capacità di penetrazione nel legno secco e attraverso un processo di diffusione capillare sanno distribuirsi nei tessuti legnosi, diffusamente e profondamente. Sarà necessario porre la massima attenzione ad eventuali effetti negativi causati dall'odore penetrante e sgradevole che alcune volte questi insetticidi emanano.

Gli insetticidi consentiti dovranno essere sperimentati con successo dal Centro Nazionale del Legno di Firenze, soddisfare a criteri di atossicità, stabilità alla luce e ai raggi UV nonché non produrre alterazioni cromatiche.

Per diminuire la fluidità dei preparati, depositando quindi quantità di sostanza ignifuga e aumentare l'efficacia del trattamento, sarà necessario aggiungere ai formulati precedenti e/o miscele dei predetti, ad esempio alginato di sodio e/o meticellulosa, borato di zinco, carbonato basico di piombo e olio di lino crudo con essenza di trementina e olio siccativi.

### O. OPERE IN FERRO

#### Articolo 85.

#### NORME GENERALI E PARTICOLARI

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribaditure, etc. dovranno essere perfette senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od inizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere rifinita a piè d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare su posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

#### **a)** *Inferriate, cancellate, cancelli, etc.*

Saranno 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 connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere dritto 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, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

#### **d)** *Infissi in ferro*

Gli infissi verranno realizzati secondo quanto riportato nei disegni approvati dalla D.L.

Infisso in ferro per porta esterna con pannello in lamiera spessore 10/10 in profilato normale (dim  $\geq$  40mm), quadro, tondo o angolare ad un battente, apribile, con o senza griglia di aerazione.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 86.  
STRUTTURE IN ACCIAIO**

**Prescrizioni generali**

Le strutture di acciaio dovranno essere realizzate secondo le specifiche degli elaborati progettuali ed impiegando materiali conformi a quanto specificato nell'articolo 3 del presente disciplinare.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

**Operazioni preliminari**

L'Appaltatore è tenuto alla verifica in cantiere di tutte le misure ed a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della direzione dei lavori:

a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare, che saranno conformi alle specifiche di progetto.

b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle strutture in muratura esistenti.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

**Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto è previsto negli elaborati progettuali

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte. In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressioni. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice (durante la lavorazione in officina);
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm. di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-bullone previsto dal D.M. del 09.01.96 e successivi aggiornamenti e dalle Norme CNR-UNI 10011/88 e/o previste nel progetto. Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per bulloni devono essere eseguiti col trapano, con assoluto divieto dell'uso della fiamma, e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza) le eventuali sbavature sul peri-metro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;

## SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)

L'Appaltatore dovrà provvedere alla preparazione delle zone di appoggio delle strutture metalliche secondo le indicazioni progettuali o impartite dalla D.L. mediante regolarizzazione dei piani con malta cementizia, provvedendo, laddove se ne ravvisi la necessità, ad opportuni rinforzi della muratura.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Anche nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata.

La posa in opera degli inserti metallici e delle eventuali dime, deve avvenire contemporaneamente all'esecuzione dei getti dei calcestruzzi, ove previsti, e quindi, come questi, può essere subordinata al programma di realizzazione dell'opera.

### Saldature

Le saldature dovranno essere realizzate, come da disegno, a completa penetrazione o a cordoni esterni; in questo caso l'altezza di gola non potrà essere inferiore ad almeno  $\frac{1}{2}$  dello spessore minimo da saldare. La procedura di saldatura sarà con elettrodi tipo E44/CL.IV, UNI 5132/74.

Le giunzioni saldate, da realizzare in officina, saranno realizzate da personale qualificato in accordo a quanto indicato nel presente disciplinare nel rispetto delle norme e dei requisiti legislativi vigenti per le strutture di carpenteria (UNI EN ISO 4063: 200) e delle altre norme UNI e Europee comunque applicabili.

Il costruttore dovrà preparare le specifiche di saldatura di produzione (WPS), da sottoporre all'approvazione della Direzione lavori.

### Collegamenti bullonati

Nei collegamenti con bulloni, che dovranno essere conformi alle prescrizioni degli elaborati progettuali, si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore a un mese.

### Collaudo tecnologico dei materiali.

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è « qualificato » secondo le norme vigenti.

La direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell' impresa.

Tutte le saldature dovranno essere esaminate con i metodi non distruttivi e le percentuali di seguito descritte:

-esame visivo (secondo UNI EN 970): 100% -possibilità di esame ultrasonoro (secondo UNI-EN 1713-1714) e/o magnetoscopico (UNI-EN 1290-1291) sul 20% degli elementi saldati costituiti dai fazzoletti sui correnti. I criteri di accettabilità dei difetti sono riferiti alla UNI EN 25817 classe di qualità B per i giunti tesi e C per i giunti compressi o disposti parallelamente alla direzione degli sforzi. Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di particelle eterogenee, soffiature per bolle gas, incollature per sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punture di spillo, tracce di ossidazione ed altra irregolarità e difetti. I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccesso di corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

Nel caso di presenza di difetti al di fuori dei criteri di accettabilità stabiliti, le saldature dovranno essere riparate secondo le procedure previste da una specifica di riparazione preparata dal costruttore ed approvata dalla Direzione lavori.

Le riparazioni saranno controllate al 100% con i metodi non distruttivi più adeguati; inoltre i controlli non distruttivi saranno estesi per un metro da ogni parte del tratto che contiene il difetto oppure a due giunti analoghi nel caso di saldature di lunghezza inferiore ad un metro (le estensioni verranno computate nella percentuale inizialmente prevista). Nel caso di ulteriori difetti l'estensione dei controlli passerà al 100% del giunto (o dei giunti analoghi nel caso di giunti corti).

Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

Trattamenti protettivi d'officina

Tutti manufatti in carpenteria metallica dovranno essere protetti mediante zincatura per immersione a caldo secondo UNI EN ISO 1461.

La zincatura dovrà essere preceduta da un ciclo di preparazione delle superfici da trattare, consistente in: sgrassaggio, decapaggio, lavaggio, flussaggio, essiccazione e preriscaldamento.

Lo zinco da impiegare nel bagno dovrà essere almeno di qualità Zn 99.9 secondo UNI 2013/74.

Lo strato di zinco dovrà presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie ed analoghi difetti. Esso dovrà aderire tenacemente alla superficie del metallo base.

Il controllo sarà effettuato in base alla CEI 7-6.

È ammessa la ripresa di zincante inorganico a solvente, spessore film secco 70 micron, mediante applicazione a spruzzo convenzionale od airless.

L'appaltatore che potrà comunque adottare, in funzione delle specifiche attrezzature, mezzi d'opera e procedimenti costruttivi di cui dispone, o altre procedure costruttive e di montaggio equivalenti o migliorative, purchè non sia alterato il progetto esecutivo fornito.

Infatti la produzione, il trasporto ed il montaggio dei manufatti rientrano nelle competenze specifiche e esclusive dell'appaltatore. Qualunque altro procedimento di produzione, trasporto e montaggio che il produttore vorrà adottare dovrà comunque essere sottoposto al benestare della D.L.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 87.**

**ACCIAIO CON ELEMENTI IN LEGA RESISTENTE ALLA CORROSIONE ATMOSFERICA**

**(COR-TEN)**

Tale acciaio è normalmente impiegato allo stato "nudo". Anche allo stato pitturato la sua durata è notevolmente superiore a quella di un comune acciaio al carbonio, parimenti trattato (3-4 volte superiore)

Caratteristiche meccaniche				
Qualità	spessore mm	Re N/mm <sup>2</sup> min.	H Rm N/mm <sup>2</sup> min.	A% min
A laminato freddo	1-1.5	445	310	22
A laminato caldo	2-12	485	345	20
B	15-60	485	345	19

Per la formatura a freddo si consiglia di non usare raggi di curvatura interna inferiori a quelli della seguente tabella (asse del mandrino perpendicolare alla direzione di laminazione):

Spessore = a (mm)					
Qualità	1-15	2-6	6-12	15-20	21-60
A	1a	2a	3a		
B				4a	6a

Per lavorazioni particolarmente severe (doppie piegature - piegature con asse mandrino parallelo alla direzione di laminazione ecc.) si suggerisce l'impiego, ove possibile, di materiale normalizzato. Per tutte le altre lavorazioni vale quanto già noto per gli acciai al carbonio di pari resistenza.

Per la formatura a caldo si consiglia di effettuare il riscaldamento ad una temperatura non superiore a 1100°C e di terminare l'operazione di formatura ad una temperatura non inferiore a 815°C.

Il raffreddamento conseguente una corretta formatura non produce apprezzabili indurimenti del materiale e pertanto non sono richiesti trattamenti termici finali. L'acciaio può essere agevolmente saldato in tutti gli spessori e con i più comuni metodi di saldatura quali:

- arco con elettrodi rivestiti
- arco sommerso
- arco sotto gas protettivo

Per la qualità A è consigliabile l'impiego di elettrodi basici per la saldatura ad arco con elettrodi rivestiti ove si richiede particolare resistenza meccanica alla saldatura e in modo speciale negli spessori più elevati.

Per la qualità B è consigliabile l'impiego di elettrodi basici nel caso di saldatura ad arco con elettrodi rivestiti; ove si effettui la saldatura in arco sommerso o in atmosfera di gas inerte possono essere usate le stesse combinazioni filo-flusso e gli stessi gas protettivi adottati per i comuni acciai strutturali al carbonio di resistenza equivalente.

È sempre richiesto per gli elettrodi e per il flusso un accurato grado di essiccamento.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 88.**

**PULITURA E TRATTAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI**

L'intervento riguarderà gli elementi in ferro (staffe) di collegamento e solidarizzazione fra le parti lapidee o altri elementi presenti sulle murature, che si presentano fortemente ossidati. La eliminazione delle incrostazioni sarà eseguita meccanicamente mediante l'uso di bisturi, graffietti, spazzoline rotanti montate su microfresa, ablatori piezoelettrici ad ultrasuoni, ecc. e la inibizione del processo di ossidazione avverrà con prodotti chimici passivanti. Ove necessario si procederà altresì, con le debite cautele, alla sostituzione degli elementi metallici degradati e comunque pregiudizievoli alla conservazione dell'opera secondo quanto prescriverà la D.L.

**P. OPERE DA PITTORE**

**Articolo 89.**

**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, indi 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 rimozione delle parti ossidate e della loro pulitura con solventi da decapaggio.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di rifilettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra i colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciatura, dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione una dichiarazione scritta.

Prima di iniziare le opere da pittore, l'impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritte, 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 D.L.

Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, etc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 90.  
ESECUZIONI PARTICOLARI**

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La D.L. avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

a) Tinteggiature a calce

La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione, tenendo presente che per gli intonaci vecchi si provvederà preventivamente alla raschiatura e spolveratura delle superfici, consisterà in:

- 1 - mano di bianco di calce;
- 2 - prima stuccatura a gesso o a stucco a mano;
- 3 - levigatura con carta vetrata;
- 4 - applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno già avere ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).

b) Verniciature a smalto comune

Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la D.L. vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, etc.).

A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

- 1 - applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
- 2 - leggera pomiciatura a panno;
- 3 - applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con l'esclusione di diluente.

c) Tinteggiatura ai silossanici

La preparazione e la tinteggiatura degli intonaci esterni con i silossanici dovrà essere eseguita:

- spolverando accuratamente e pulendo in modo perfetto l'intonaco;
- asportando eventuali residui di precedenti tinteggiature effettuate con prodotti a base polimerica;
- stendendo una mano di fissativo;
- stendendo una prima mano di fondo,
- eseguendo la stesura di una o più mani di finitura (in relazione allo stato di conservazione dell'intonaco) con la tinta.

Il numero delle mani, i rapporti di diluizione, il tipo di fissativo e le modalità di applicazione verranno pattuiti con la D.L.

**Q. COLLOCAMENTO IN OPERA**

**Articolo 91.  
NORME GENERALI**

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, etc.), nonchè nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a



## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla D.L., anche se forniti da altre Ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e le cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

### **Articolo 92.**

#### **COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN LEGNO**

I manufatti in legno come infissi di finestre, porte, vetrate, etc., saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno, mediante, a seconda dei casi, grappe di ferro, ovvero viti assicurate a tasselli di legno o da controtelai debitamente murati.

Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in sito, l'Appaltatore dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice, etc., con stuoie, coperture, paraspigoli di fortuna, etc.

Nel caso di infissi qualsiasi muniti di controtelaio, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta della D.L..

Nell'esecuzione della posa in opera le grappe dovranno essere murate a calce o cemento, se ricadenti entro strutture murarie; fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo, se ricadenti entro pietre, marmi, etc..

Sarà carico dell'Appaltatore ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande, etc.) ed ogni riparazione conseguente (ripristini, stuccature intorno ai telai, etc.), come pure la verifica che gli infissi abbiano assunto l'esatta posizione richiesta, nonchè l'eliminazione di qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata anche a seguito, sino al momento del collaudo.

### **Articolo 93.**

#### **COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN FERRO**

I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate, etc., saranno collocati in opera con gli stessi accorgimenti e cure, per quanto applicabili, prescritti dall'Art. precedente per le opere in legno.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Appaltatore avrà l'obbligo, a richiesta della D.L., di eseguirne il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche.

Il montaggio in sito e collocamento di grossa carpenteria dovrà essere eseguito da operai specialisti in numero sufficiente affinché il lavoro proceda con la dovuta celerità. Il montaggio dovrà essere fatto con la massima esattezza, ritoccando opportunamente quegli elementi che non fossero a perfetto contatto reciproco e tenendo opportuno conto degli effetti delle variazioni termiche.

Dovrà tenersi presente infine che i materiali componenti le opere di grossa carpenteria, etc., debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti nè perdite.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

**Articolo 94.**

**COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN MARMO E PIETRE**

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti gli sia affidata direttamente, quanto nel caso in cui venga incaricato della sola posa in opera, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura per evitare, durante le varie operazioni di scarico, trasporto e collocamento in sito e sino a collaudo, rotture, scheggiature, graffi, danni alle lucidature, etc..

Egli pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, gli spigoli, cornici, colonne, scalini, pavimenti, etc. restando egli obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato.

Come a risarcirne il lavoro quando, a giudizio insindacabile della D.L., la riparazione non fosse possibile.

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra, si adopereranno grappe, perni e staffe, in ferro zincato o stagnato, od anche in ottone o rame, di tipo e dimensione adatte allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, e di gradimento della D.L..

Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature di forma adatta, preferibilmente a mezzo di piombo fuso e battuto a mazzuolo, e murati nelle manufatti di sostegno con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo e le retrostanti murature dovranno essere diligentemente riempiti con malta idraulica fina o mezzana, sufficientemente fluida e debitamente scagliata, di modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. La stessa malta sarà impiegata per l'allettamento delle lastre in piano dei pavimenti, etc.

È vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa, tanto per la posa che per il fissaggio provvisorio dei pezzi, come pure è vietato l'impiego della malta cementizia per l'allettamento dei marmi.

L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio o il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, etc., in cui i pezzi risultino sospesi a strutture in genere ed a quelle in cemento armato in specie: in tale caso si potrà richiedere che le pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto, ed incorporati con opportuni mezzi alla massa della muratura o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno all'uopo impartite dalla D.L. e senza che l'Appaltatore abbia diritto a pretendere compensi speciali.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione prestabilita dai disegni o dalla D.L.; le connessioni dei collegamenti eseguiti a perfetto combaciamento secondo le migliori regole d'arte dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, a seconda dei casi, in modo da risultare il meno appariscenti che sia possibile e si dovrà curare di togliere ogni zeppa o cuneo di legno al termine della posa in opera.

I piani superiori delle pietre o marmi posti all'esterno dovranno avere le opportune pendenze per convogliare le acque piovane, secondo le indicazioni che darà la D.L..

Sarà in caso a carico dell'Appaltatore, anche quando esso avesse l'incarico della sola posa in opera, il ridurre e modificare le murature ed ossature ed eseguire i necessari scalpellamenti e incamerazioni, in modo da consentire la perfetta posa in opera dei marmi e pietre di qualsiasi genere.

Nel caso di rivestimenti esterni potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa accampare pretese di compensi speciali oltre a quelli previsti dalla tariffa.

**Articolo 95.**

**COLLOCAMENTO DI POZZETTI ISPEZIONABILI IN CLS**

Fornitura e posa in opera di pozzetto prefabbricato ispezionabile in calcestruzzo armato vibrato a base rettangolare avente dimensione interna 60 x 60 cm e altezza come da progetto esecutivo, compresi gli oneri per la formazione della base d'appoggio in calcestruzzo magro, i rinfilanchi in materiale incoerente, il collegamento delle tubazioni, gli oneri di trasporto, carico e scarico, movimentazione, controllo idraulico ed ogni altro onere necessario per la realizzazione di un manufatto prefabbricato eseguito e posato a perfetta

## **SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

regola d'arte, a tenuta idraulica senza l'impiego di sigillanti o stuccature di qualsiasi natura sia per gli innesti principali che per gli eventuali allacciamenti.

Il pozzetto dovrà essere composto dai seguenti elementi:

- elemento base con fondo, compresa la formazione di canale di scorrimento, comprese banchine con pendenza, che avrà dimensione variabile a seconda del diametro delle tubazioni della fognatura, e predisposizione per innesti a frattura prestabilita e fori per pedarole in acciaio o gradini di discesa, e innesti alla sommità a bicchiere;  
oppure:
  - elemento base con fondo di decantazione avente altezza minima di 10 cm rispetto alla base del canale di emissione, predisposizione per innesti a frattura prestabilita e fori per pedarole in acciaio o gradini di discesa;
- e dai seguenti elementi
- elemento di prolunga in CLS vibrocompresso, con predisposizione per l'inserimento di gradini di discesa a norma antinfortunistica. Gli innesti alla base ed in sommità sono del tipo a bicchiere;
  - elemento di conguaglio raggiungiquota in c.a.v. di varie altezze da posizionare ed allettare con malta cementizia sopra l'elemento tronco-conico per raggiungere l'esatta quota di progetto;
  - Piastra circolare carrabile in c.a.v. per strade di I categoria, di spessore utile 160 mm, cieca o predisposta per l'alloggiamento di chiusino o griglia in ghisa, possibilmente di recupero dai pozzetti esistenti aventi luce interna 510x510 mm (da verificare in loco), da collocare sui pozzetti ed elementi raggiungiquota prefabbricati per passo d'uomo a filo con la parete interna del pozzetto o della canna. La piastra sarà cieca nel caso di impiego per pozzetti di raccordo non ispezionabili, completamente interrati senza sbocchi in superficie, con passo d'uomo in alternativa al cono nel caso di particolari esigenze altimetriche.

Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla tolleranza dimensionale tra l'elemento maschio e femmina dei componenti del pozzetto devono essere tali da garantire una perfetta tenuta idraulica ad installazione avvenuta.

### **Articolo 96.**

#### **COLLOCAMENTO DI MANUFATTI VARI APPARECCHI E MATERIALI FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE**

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dalla Stazione Appaltante sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente.

Pertanto egli dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che si riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascun opera dei precedenti articoli del presente capitolato, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatogli, prima e dopo del suo collocamento in opera.

### **Articolo 97.**

#### **ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

In genere l'appaltatore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che riterrà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purchè esso, a giudizio della direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della Stazione Appaltante.

**SPECIFICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI – OPERE EDILI E DI RESTAURO (CSA parte II)**

La Stazione Appaltante si riserva in ogni modo 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 dall'esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

**Articolo 98.**

**ORDINE DI SERVIZIO**

Gli ordini di servizio, istruzioni e prescrizioni della D.L. devono essere dati per iscritto all'appaltatore. Questi, pur avendo l'obbligo di attenersi agli stessi, ha la facoltà di fare le proprie osservazioni e riserve.