



CLA00.1657L

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base - Via Claudio 21

Lavori finalizzati al potenziamento e adeguamento funzionale di laboratori di didattica e ricerca: PRISMA (edificio 3). DIETI (edificio 5), Elaborazioni Segnali ed Immagini (edificio 2)

PROGETTO ESECUTIVO

responsabile
del procedimento
geom. Antonino Laudicina

capo
progetto
ing. Massimo Bellucci

coordinatore
della sicurezza
arch. Cira De Crescenzo

edile

impianti: elettrico
meccanico
idrico

ing. Lucio Bellucci
ing. Massimo Bellucci

ing. Massimo Bellucci

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

specialità dell'elaborato	codice dell'elaborato	stesura/revisione			scala
EG	CSA	F			

**GARA: “CLA00.1657L – Lavori di adeguamento funzionale e normativo del laboratorio PRISMA edif. 5 piano terra – del locale ex PRISMA edif. 3 livello -1 – dei locali edificio 2 ex lab. 14 piano terzo.
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base – Complesso di Via Claudio.**

CAPITOLATO SPECIALE D’APPALTO

CAPO I	5
NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE DELL'APPALTO	5
PARTE I – NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO	6
1_ OGGETTO DELL'APPALTO	6
2_ FORMA E AMMONTARE DELL'APPALTO	6
II – DISCIPLINA CONTRATTUALE	7
3_ INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	7
4_ DOCUMENTI DI CONTRATTO	8
5_ DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO	9
6_ FALLIMENTO DELL'APPALTATORE	9
7_ RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DOMICILIO, DIRETTORE DI CANTIERE	9
PARTE III – GARANZIE	10
8_ NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE	10
9_ CAUZIONE DEFINITIVA	10
10_ COPERTURE ASSICURATIVE	10
PARTE IV – TERMINI PER L'ESECUZIONE	11
11_ CONSEGNA E INIZIO DEI LAVORI	11
12_ TERMINI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI	11
13_ PENALI	12
14_ DANNI DI FORZA MAGGIORE	12
15_ PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE E CRONOPROGRAMMA	12
16_ INDEROGABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE	13
17_ RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER MANCATO RISPETTO DEI TERMINI	13
PARTE V - DISCIPLINA ECONOMICA	13
18_ ANTICIPAZIONE	13
19_ PAGAMENTI IN ACCONTO	13
20_ OBBLIGO DI TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI	14
21_ CONTO FINALE E PAGAMENTI A SALDO	14
22_ RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE E/O NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO	14
23_ PAGAMENTI A SALDO	15
24_ REVISIONE PREZZI	15
25_ CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI	15
26_ DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI DEI LAVORI A MISURA E DELLE SOMMINISTRAZIONI PER OPERE IN ECONOMIA - INVARIABILITÀ DEI PREZZI	15
PARTE VI - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE	16
27_ DIREZIONE DEI LAVORI	16
28_ PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE	16
29_ VARIAZIONE DEI LAVORI	16
30_ PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI	16
PARTE VII - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA	16

31_ NORME DI SICUREZZA GENERALI	16
32_ SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO	16
33_ PIANI DI SICUREZZA	17
34_ PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA	17
35_ OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA	18
PARTE VIII - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	18
36_ SUBAPPALTO	18
37_ PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI E RITARDI NEI PAGAMENTI	18
PARTE IX - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO	19
38_ CONTROVERSIE	19
39_ CONTRATTI COLLETTIVI E DISPOSIZIONI SULLA MANODOPERA	19
40_ RISOLUZIONE DEL CONTRATTO	21
PARTE X - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE	21
41_ ULTIMAZIONE DEI LAVORI	21
42_ CONTO FINALE	21
43_ PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI	21
44_ TERMINI PER IL COLLAUDO E LA REGOLARE ESECUZIONE	22
PARTE XI - NORME FINALI	22
45_ ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE - RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE	22
46_ OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE	24
47_ CUSTODIA DEL CANTIERE	24
48_ CARTELLO DI CANTIERE	24
49_ SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE	24
CAPO II	25
NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI	25
50_ LAVORI A MISURA	26
51_ LAVORI A CORPO	26
52_ LAVORI IN ECONOMIA	26
53_ VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIÙ D'OPERA	27
54_ NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI	27
CAPO III	35
QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI	35
55_ MATERIALI IN GENERE	35
56_ ACQUA, CALCI, GESSO	36
56.1 Acqua	36
56.2 Calci	36
56.3 Gesso	40
57_ CEMENTI, CEMENTI SPECIALI	41
57.1 Cementi	41
57.2 Cementi speciali	44
58_ LEGANTI SINTETICI	45
59_ MATERIALI INERTI PER MALTE, STUCCHI E CONGLOMERATI	48
60_ ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO	51
61_ MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	54
61.1_Materiali ferrosi	54
62.2_Metalli vari	57
63_ PRODOTTI A BASE DI LEGNO – GENERALITÀ	57
63.1_Legnami e materiali derivati dal legno	58

63.2_Legno lamellare incollato	63
64_PIETRE NATURALI E RICOSTRUITE	64
65_MATERIALI PER PAVIMENTAZIONE E RIVESTIMENTI - GENERALITÀ	68
65.1_Prodotti di pietre naturali o ricostruite	68
66_COLORI E VERNICI - GENERALITÀ	69
66.1_Pigmenti	70
66.2_Tinte	71
66.3_Pitture	73
66.4_Vernici	75
67_ADDITIVI	75
68_MATERIALI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEO-TESSUTI, TESSUTI-NON-TESSUTI)	76
69_SOLVENTI	78
70_MATERIALI PER LA PULIZIA DI MANUFATTI LAPIDEI - GENERALITÀ	81
70.1_Acqua per lavori di puliture	81
70.2_Spugne per puliture a secco	82
70.3_Carta giapponese	82
70.4_Prodotti chimici	82
70.5_Carbonato e bicarbonato di ammonio	84
70.6_Tensioattivi e detergenti	85
70.7_Resine a scambio ionico	85
70.8_Addensanti e supportanti	86
70.9_Polpa di cellulosa	87
70.10_Argille assorbenti	87
70.11_Impacchi biologici	87
70.12_Apparecchiatura laser	87
70.13_Biocidi	89
71_MATERIALI IMPREGNANTI - GENERALITÀ	91
71.1_Impregnanti per il consolidamento	91
71.2_Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione	98
71.3_Impregnanti per interventi di deumidificazione	101
72_MATERIALI VARI	102
72.1_Materiali vari per consolidamento	102
72.2_Materiali vari premiscelati	102
73_MATERIALI COMPOSITI FRP	105
74_MATERIALI PER RIVESTIMENTI E/O TRATTAMENTO LACUNE INTERNI ED ESTERNI	107
75 vespaio areato 110	
76 Impianti elettrici 111	

CAPO I

NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE DELL'APPALTO

PARTE I – NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

1_OGGETTO DELL'APPALTO

1. L'appalto ha per oggetto i lavori da eseguirsi nel Complesso di Via Claudio, presso gli edifici afferenti al Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione, come di seguito indicati:

- a) Si intende trasformare i locali ubicati al **piano terra dell'edificio 5**, per svolgervi attività di didattica, ricerca e servizio del laboratorio di Progetti di Robotica per l' Industria e Servizi, Meccatronica e Automazione (Prisma-lab). A tale scopo i locali in parola dovranno essere oggetto di radicali lavorazioni di ristrutturazione e di adeguamenti normativi per renderli pienamente fruibili in sicurezza.
- b) Si intende risanare e rendere funzionale il locale L1, ubicato **nell'edificio 3 al livello -1**, attualmente ospitante il laboratorio PRISMA, per svolgervi le attività di ricerca didattica e servizio dei laboratori KRSP e KnoMeLab. A tale scopo il locale in parola dovrà essere oggetto di lavorazioni di recupero e di adeguamenti normativi per renderlo pienamente fruibile in sicurezza.
- c) Si intende razionalizzare la distribuzione degli spazi del locale L14, **ubicato nell'edificio 2 al piano terzo**, ospitante il laboratorio ELABORAZIONE SEGNALI IMMAGINI creando nell'ambito del suo sviluppo planimetrico tre zone di lavoro fisicamente separate in cui svolgere attività di diversa natura oltre ad un piccolo vano deposito.

2. Nell'appalto è stato previsto tutto quanto è necessario per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

3. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

2_FORMA E AMMONTARE DELL'APPALTO

Il presente appalto è a misura.

CLA00.1657L - DIETI - Potenziamento e adeguamento strutturale di laboratori di didattica e ricerca: PRISMA (edificio 3 liv. -1), DIETI (edificio 5 piano terra), Elaborazione Segnali ed Immagini (edificio 2 piano 3°)			
QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO			
A) LAVORI	Imponibile	IVA	Totale
1.a) Lavori a corpo e a misura	157 880,31	34 733,67	192 613,98
2.a) Oneri sicurezza non soggetti a ribasso	4 500,00	990,00	5 490,00
3.a) Oneri smaltimento non soggetti a ribasso	6 000,00	1 320,00	7 320,00
TOTALE A)	168 380,31	37 043,67	205 423,98

L'importo complessivo dei lavori ed oneri compresi nell'appalto ammonta a €. 168.380,31 (Euro centosessantaottotrecentottanta/31) oltre IVA, (comprensivo degli oneri per la sicurezza e oneri per lo smaltimento) oltre oneri fatturazione, come di seguito meglio specificato:

- J importo per l'esecuzione dei lavori a misura soggetti a ribasso: €. 157.880,31;
 - J oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso: € 4.500,00;
 - J oneri di conferimento a discarica non soggetti a ribasso: €. 6.000,00;
- Il tutto oltre I.V.A. come per legge.

Fermo restando quanto previsto dall'art. 106 c. 2, in considerazione della particolare complessità del bene oggetto d'intervento (archivio ubicato in un edificio il cui piano è confinante con autorimessa e con uffici) si precisa che ai sensi dell'articolo 106 co 1 lett a) del D.gs.50/2016 e s.m.i., l'Amministrazione si riserva di autorizzare, con successivo atto, modifiche contrattuali nonché varianti finalizzate a soddisfare specifiche esigenze che dovessero insorgere durante l'esecuzione dei lavori e che siano legate alla specificità dell'opera da realizzare. Tali modifiche e varianti saranno consentite):

1. laddove comportino l'esecuzione di lavori della medesima natura di quelli a base di gara;
2. per importi fino al limite del 10% dell'ammontare complessivo dell'appalto

Ai fini del calcolo dell'importo delle modifiche contrattuali e/o varianti si terrà conto dei prezzi di contratto ed in alternativa, ove non presenti, si terrà conto dei prezzi regionali vigenti alla data dell'offerta, sui quali sarà applicato il ribasso offerto.

In ogni caso, non saranno consentite modifiche e/o varianti che dovessero avere l'effetto di alterare la natura generale del contratto.

Si precisa che la Stazione Appaltante farà fronte al pagamento degli oneri per gli smaltimenti come stabilito dalla Delibera n° 508 del 04/10/2011 della Giunta Regionale della Campania.

Ai sensi dell'articolo 61 del DPR 207/10 e in conformità all'allegato "A" al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di OG1 (edifici civili e industriali) a qualificazione obbligatoria subappaltabile al 40% ;

CATEGORIE E CLASSIFICHE (LAVORI) (art. 61 del D.P.R. 207/2010)							
CATEGORIA (descrizione)	CATEGORIA (cod.)	IMPORTO (euro)	MODIFICHE (art. 106 comma 1 lett. a) d.lgs.50/2016)	IMPORTO TOTALE (euro)	CLA S.	% SUL TOTALE	MAX % SUB
Edifici civili e industriali	OG1	168.380,31	16.838,03	185.218,34	I	100	40%

In base alla Determinazione n.8/2002 e con pareri n. 122/2007, n. 150/2008, e n. 207/2008 dell'ANAC, in riferimento alla OG11 si applica il principio dell'assorbimento

Per norma generale, resta stabilito che nel prezzo offerto sono compresi, anche se non descritti, tutti i mezzi d'opera, le opere provvisorie, il carico e lo scarico dei materiali, il tiro in alto, il trasporto a rifiuto il disagio e i maggiori oneri per l'esecuzione del servizio in presenza di strutture operanti e qualsiasi altro onere e magistero per l'esecuzione del servizio medesimo.

II – DISCIPLINA CONTRATTUALE

3_ INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

L'interpretazione delle clausole del contratto, del presente Capitolato e di tutti i documenti tecnici di gara è svolta tenendo conto delle finalità per le quali il lavoro è stato progettato.

Prevarranno pertanto le soluzioni interpretative meglio rispondenti a dette finalità.

4_DOCUMENTI DI CONTRATTO

1. Fanno parte integrante del contratto di appalto, oltre al presente Capitolato Speciale e al Cap. Gen. 145/2000:

- 1) Relazione tecnica;
- 2) Capitolato Speciale d'Appalto;
- 3) Computo metrico estimativo;
- 4) Computo metrico oneri generali di sicurezza;
- 5) Analisi prezzi;
- 6) Lista Categorie;
- 7) Piano di Sicurezza e Coordinamento;
- 8) Rilievo grafico (Inquadramento territoriale/Planimetrie)
- 9) Grafici stato dei luoghi e di progetto
- 10) Documentazione fotografica;
- 11) Lettera d'invito e mod. A), B), B1), B2), C, D, E, F

Il progetto nello specifico si compone dei seguenti elaborati

	ELABORATI GENERALI
EG.RG	Relazione Generale
EG.CSA	Capitolato Speciale di Appalto
EG.CME	Computo metrico estimativo
EG.EP	Elenco prezzi unitari
EG.ANP	Analisi nuovi prezzi
EG.IM	Incidenza Manodopera
EG.IS	Incidenza oneri sicurezza intrinseci
EG.LC	Lista categorie di lavoro
EG.QE	Quadro Economico
	ARCHITETTONICO – OPERE EDILI
AR.01	GRAFICO Stato di fatto e progetto edificio 5
AR.02	GRAFICO Stato di fatto e progetto edificio 3
AR.03	GRAFICO Stato di fatto e progetto edificio 2
	SICUREZZA
PS.CMS	Computo oneri sicurezza estrinseci
PS.PSC	Piano di sicurezza e coordinamento
PS.01	Layout cantiere

	IMPIANTO ELETTRICO
IE.01	GRAFICO Impianto illuminazione edificio 5

5 DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

1. La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. L'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.
3. Le opere del presente appalto potranno essere consegnate con consegne parziali ed eseguite qualora la Direzione Lavori ne rappresenti la necessità, anche nei giorni festivi, prefestivi e/o in orari notturni e comunque in orari diversi da quelli previsti dal CCNL, senza che l'impresa appaltatrice abbia nulla a pretendere.

6 FALLIMENTO DELL'APPALTATORE

1. In caso di fallimento dell'appaltatore la Stazione appaltante si avvale, salvi e impregiudicati ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dall'art. 110 del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50.
2. Qualora l'esecutore sia un'associazione temporanea, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione, rispettivamente i commi 17 e 18 dell'art. 48 del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50.

7 RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DOMICILIO, DIRETTORE DI CANTIERE

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'art. 2 del Cap. Gen. n. 145/00; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'art. 3 del Cap. Gen. n. 145/00, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere, ricevere e quietanzare le somme ricevute in conto o saldo anche per effetto di eventuali cessioni di credito preventivamente riconosciute dalla stazione appaltante;
3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'art. 4 del Cap. Gen. n. 145/00, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il Direttore dei Lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di

cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata alla Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

PARTE III – GARANZIE

8_NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano gli articoli, 16 e 17 del Cap. Gen. n. 145/00.

9_CAUZIONE DEFINITIVA

1. Ai sensi dell'art. 103, comma 1, del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, è richiesta una garanzia fideiussoria, a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% (un decimo) dell'importo contrattuale; in caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10%, la garanzia è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%; ove il ribasso sia superiore al 20%, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.

2. La garanzia è prestata mediante fideiussione bancaria o polizza assicurativa emessa da istituto autorizzato e cessa di avere effetto, solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.

3. Ai sensi del comma 5 dell'art. 103 del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, la garanzia fideiussoria prestata sarà progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75% dell'importo inizialmente garantito. Lo svincolo avverrà automaticamente, non appena l'appaltatore avrà consegnato all'istituto garante lo stato di avanzamento dei lavori (o, eventualmente, un analogo documento attestante l'avvenuta esecuzione) in originale o copia autentica.

4. Si applica quanto previsto dall'art. 103 comma 2. In ogni caso la Stazione Appaltante ha facoltà di chiedere all'appaltatore la reintegrazione della cauzione ove questa sia venuta meno in tutto o in parte.

10_COPERTURE ASSICURATIVE

Ai sensi dell'art. 103, comma 7, del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, l'esecutore dei lavori è obbligato a stipulare una o più polizze assicurative che tengano indenni la Stazione appaltante da tutti i danni subiti dalla stessa a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori e che prevedano anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi.

Di conseguenza, è onere dell'esecutore, da ritenersi compensato nel corrispettivo dell'appalto, l'accensione, presso compagnie di gradimento della Stazione appaltante, di polizze che coprano:

- (**Polizza di assicurazione per danni di esecuzione**) i danni subiti dalla stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori, con un massimale pari a quello di contratto; il limite di risarcimento per sinistro deve essere pari al predetto massimale;
- (**Polizza di assicurazione per responsabilità civile verso terzi**) responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori per danni causati a persone e cose, con un massimale pari a euro euro 500.000,00.

Le polizze assicurative di cui ai precedenti punti dovranno essere accese prima della consegna dei lavori e devono portare la dichiarazione di vincolo a favore della Stazione appaltante. Devono coprire l'intero periodo dell'appalto (dalla data di consegna dei lavori fino all'emissione del certificato di collaudo); devono altresì risultare in regola con il pagamento del relativo premio per lo stesso periodo indicato e devono essere esibite alla Stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori, ai quali non si darà corso in assenza della documentazione.

PARTE IV – TERMINI PER L'ESECUZIONE

11_CONSEGNA E INIZIO DEI LAVORI

1. Salve le ipotesi di consegna dei lavori in via di urgenza ex art. 32 comma 8 del Dlgs 50/2016, la consegna dei lavori all'Appaltatore avverrà entro 45 giorni dalla firma del Contratto, alla data che verrà stabilita e comunicata dall'Università. La consegna dei lavori dovrà risultare da apposito verbale.
2. L'Amministrazione si riserva il diritto di consegnare i lavori nel loro complesso contemporaneamente, ovvero per in più riprese: in questo ultimo caso la data legale della consegna sarà quella del verbale di consegna parziale.
3. Se nel giorno fissato e comunicato dalla stazione appaltante, l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il Direttore dei Lavori fissa una nuova data; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
4. L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; egli trasmette altresì, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.

12_TERMINI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

1. Per l'ultimazione dei lavori il crono-programma di progetto prevede **180 (centottanta) giorni** naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori, salvo quanto previsto dal comma 2 dell'art. 11 del presente Capitolato, relativamente ai casi di consegna parziale.
2. Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole nonché delle ferie contrattuali.

13_PENALI

1. Nel caso di mancato rispetto del termine indicato in offerta per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale nella misura di 1‰ /giorno, rispetto all'ammontare netto contrattuale.
2. Qualora la disciplina contrattuale preveda l'esecuzione della prestazione articolata in più parti, le penali di cui al comma precedente si applicano ai rispettivi importi nel caso di ritardo rispetto ai termini stabiliti per una o più di tali parti.
3. La penale, di cui al comma 2 del presente articolo, trova applicazione anche in caso di ritardo nell'inizio dei lavori e nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione.
4. Nei casi di inottemperanza dell'appaltatore alle disposizioni di cui all'art. 52 del presente capitolato ("Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera") la Stazione appaltante può decidere di procedere all'applicazione di una penale secondo le modalità di cui al comma 2 del richiamato art. 52.
5. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non può superare il 10% dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale, può essere disposta la risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 108 del DLgs n. 50/2016.

14_DANNI DI FORZA MAGGIORE

Nel caso in cui si verificano danni ai lavori causati da forza maggiore, si applica l'art. 107 del d.lgs. 50/2016.

15_PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE E CRONOPROGRAMMA

1. L'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori, prima dell'inizio dei lavori, un proprio programma esecutivo, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma, oltre ad essere coerente con i tempi contrattuali connaturati alle finalità dell'appalto (crono programma), deve riportare, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento e deve essere approvato, prima dell'inizio dei lavori, dalla direzione lavori.
2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
 - a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
 - b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
 - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
 - d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'art. 92 del d.lgs. n. 81 del 2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed

aggiornato.

3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma, predisposto dalla Stazione appaltante, tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante nell'ipotesi in cui si verificano situazioni impreviste ed imprevedibili.

16_INDEROGABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE

1. Non costituiscono giustificato motivo di slittamento del termine di inizio e di ultimazione dei lavori nonché della loro irregolare conduzione secondo programma:

- a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
- b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal Direttore dei Lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
- c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla Direzione dei Lavori o espressamente approvati da questa;
- d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
- e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente capitolato;
- f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
- g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.

17_RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER MANCATO RISPETTO DEI TERMINI

La risoluzione del contratto per eventuale ritardo dell'appaltatore rispetto ai termini per l'ultimazione dei lavori o sulle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale è regolata dall'art. 108commi 4 e ss del Dlgs 50/2016.

PARTE V - DISCIPLINA ECONOMICA

18_ANTICIPAZIONE

Trova applicazione quanto stabilito dal comma 18 dell'art.35 del D. Lgs. 50/2016 in materia di anticipazione del prezzo.

19_PAGAMENTI IN ACCONTO

1. L'appaltatore ha diritto a pagamenti in acconto in corso d'opera, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 35, 36 e 37 del Capo I del presente Capitolato, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al comma 2, un importo non inferiore a € 50.000,00 (euro cinquantamila/00).

2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% da liquidarsi, nulla ostando, a seguito dell'approvazione del collaudo provvisorio.

3. Entro i 45 giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il Direttore dei Lavori emette lo stato di avanzamento dei lavori e il responsabile del procedimento emette, entro lo stesso termine, il conseguente certificato di pagamento il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data.

4. La Stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 gg,
5. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al primo comma.
6. Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il responsabile del procedimento provvede a dare comunicazione scritta, con avviso di ricevimento, agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile, ove richiesto.

20_OBBLIGO DI TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI

L'Impresa assume l'obbligo di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla Legge 13 agosto 2010 n. 136 a pena di risoluzione del contratto.

L'appaltatore dovrà inserire in tutti gli eventuali contratti sottoscritti con il subappaltatore o con subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate ai lavori, ai servizi ed alle forniture specifiche clausole di risoluzione con la quale si preveda che, in caso di inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria, si procede all'immediata risoluzione del rapporto contrattuale.

La Stazione appaltante per il tramite del Responsabile del Procedimento verificherà che in detti contratti sia presente la predetta clausola.

21_CONTO FINALE E PAGAMENTI A SALDO

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro giorni 120 (centoventi) dalla data del certificato di ultimazione; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al responsabile del procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo o di regolare esecuzione ai sensi del comma 3.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su invito del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 30 giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento redige in ogni caso una sua relazione al conto finale.
3. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'art. 22, comma 2, del Capo I del presente Capitolato, nulla ostando, è pagata entro 90 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.
4. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria, non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, comma 2, del Codice Civile.
5. La garanzia fideiussoria di cui al comma 4 è costituita alle condizioni previste dall'art. 103 comma 6 del Dlgs 50/2016.
6. Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del Codice Civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

22_RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE E/O NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO

1. Non sono dovuti interessi per i primi 45 giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l'emissione del certificato di pagamento e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione appaltante per la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora.

2. Non sono dovuti interessi per i primi 30 giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento; trascorso tale termine senza che la Stazione appaltante abbia provveduto al pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora.

3. Il pagamento degli interessi di cui al presente articolo avviene d'ufficio in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo, senza necessità di domande o riserve.

4. È facoltà dell'appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, ovvero nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'art. 1460 del codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione appaltante non provveda contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato.

23_PAGAMENTI A SALDO

Non sono dovuti interessi per i giorni intercorsi tra l'emissione del certificato di collaudo provvisorio ed il suo effettivo pagamento.

24_REVISIONE PREZZI

È esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'art. 1664, comma 1, del Codice Civile.

25_CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI

1. È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

2. È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi della legge 21 febbraio 1991, n. 52 ed alle condizioni di cui all'art. 106 del Dlgs 50/2016.

26_DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI DEI LAVORI A MISURA E DELLE SOMMINISTRAZIONI PER OPERE IN ECONOMIA - INVARIABILITÀ DEI PREZZI

I prezzi unitari offerti in sede di gara ed in base ai quali, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, compensano anche:

a) circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;

b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;

c) circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;

d) circa i lavori a misura, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente capitolato.

I prezzi medesimi, per lavori a misura ed, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio. Essi sono fissi ed invariabili.

PARTE VI - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

27_DIREZIONE DEI LAVORI

1. Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione, l'Amministrazione aggiudicatrice, ai sensi dell'art. 101 del Dlgs 50/2016, istituisce un ufficio di Direzione dei Lavori costituito da un Direttore dei Lavori ed eventualmente (in relazione alla dimensione e alla tipologia e categoria dell'intervento) da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.
2. Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di Direzione dei Lavori ed interloquisce, in via esclusiva, con l'appaltatore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto
3. Il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni ed istruzioni all'appaltatore mediante un ordine di servizio redatto in due copie sottoscritte dal Direttore dei lavori emanante e comunicate all'appaltatore che le restituisce firmate per avvenuta conoscenza.
4. L'ordine di servizio deve necessariamente essere per iscritto in modo tale da poter essere poi disponibile, in caso di necessità, come prova delle disposizioni emanate.

28_PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE

1. I materiali provenienti da scavi e demolizioni, di proprietà dell'Amministrazione, ai sensi dell'art. 36, comma 2, del Cap. Gen. n. 145/00, saranno trasportati e regolarmente accatastati dall'appaltatore in discarica autorizzata;
2. L'appaltatore s'intende compensato di detta operazione coi prezzi degli scavi e delle demolizioni.

29_VARIAZIONE DEI LAVORI

1. L'introduzione di varianti è disciplinata dall'art. 106 del Dlgs 50/2016.

30_PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI

Le variazioni saranno valutate mediante l'applicazione dei prezzi contrattuali e, nel caso in cui l'elenco di progetto non li preveda, si procederà alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento nel rispetto delle disposizioni di cui all'art. 106 del d.lgs. 50/2016.

PARTE VII - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

31_NORME DI SICUREZZA GENERALI

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

32_SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO

L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del DLgs 81 del 9 aprile 2009 così come modificato dal DLgs 3 agosto 2009, nonché le disposizioni dello stesso decreto

e s.m. e i. applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

33_PIANI DI SICUREZZA

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi del DLgs 81/2008. Il piano di sicurezza e coordinamento risponderà alle prescrizioni di cui all'art. 100 del DLgs 81/2008.
2. Ai sensi dell'art. 100, comma 5, del DLgs 81/2008 e dell'art. 131, comma 4, del DPR 163/2006, l'appaltatore può presentare al coordinatore per l'esecuzione, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza di coordinamento, nei seguenti casi:
 - a. per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'impresa ovvero per poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
 - b. per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese (in quanto non previste e/o prevedibili) nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
3. Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione deve pronunciarsi tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
4. Qualora il coordinatore non si pronunci entro il termine di 10 giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, nei casi di cui al comma 2, lett. a), le proposte si intendono accolte.
5. Qualora il coordinatore non si sia pronunciato entro il termine di 10 giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di 5 giorni lavorativi, nei casi di cui al comma 2, lett. b), le proposte si intendono rigettate.
6. Nei casi di cui al comma 2, lett. a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare, ai sensi dell'art. 100, comma 5, del DLgs 81/2008 e s.m. e i., variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
7. Nei casi di cui al comma 2, lett. b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

34_PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA

1. Ai sensi dell'art. 131, comma 2, lett. c), del DPR 163/2006, l'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori, redige e consegna al Direttore dei Lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza dovrà rispondere ai requisiti di cui all'Allegato XV del DLgs 81/2008 e s.m. e i.
2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 49 del Capo I del presente Capitolato.
3. Prima dell'inizio dei lavori l'impresa affidataria trasmette il piano di sicurezza e coordinamento alle imprese esecutrici ed ai lavoratori autonomi.
4. Prima dell'inizio dei rispettivi lavori ciascuna impresa esecutrice trasmette il proprio piano di sicurezza all'impresa affidataria, la quale, previa verifica della congruenza rispetto al proprio, lo trasmette al coordinatore per l'esecuzione. I lavori hanno inizio dopo l'esito positivo delle suddette verifiche che sono effettuate tempestivamente e comunque non oltre 15 giorni dall'avvenuta

ricezione.

35_OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del DLgs 81/2008 e s.m. e i.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità alle direttive 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, 92/57/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, alla relativa normativa nazionale di recepimento, ai regolamenti di attuazione e alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. Ai sensi dell'art. 90, comma 9, del DLgs 81/2008 e s.m. e i., l'impresa esecutrice o le imprese esecutrici è/sono obbligata/e a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore:
 - la propria idoneità tecnico-professionale (cioè in possesso di capacità organizzative, nonché disponibilità di forza lavoro, di macchine e attrezzature in relazione ai lavori da realizzare), secondo le modalità dell'Allegato XVII del DLgs 81/2008 e s.m. e i.;
 - l'indicazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate dall'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti.
4. L'affidatario è tenuto, altresì, a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, secondo quanto previsto all'art. 97 del DLgs 81/2008 e s.m. e i., al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e congrui con il proprio. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo.
5. Il piano di sicurezza e coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

PARTE VIII - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

36_SUBAPPALTO

Per la disciplina del subappalto si rinvia all'art. 105 del d.lgs. 50/2016.

37_PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI E RITARDI NEI PAGAMENTI

1. La Stazione appaltante non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate.
2. Ai sensi dell'art. 35, comma 29, della legge n. 248/06, la responsabilità solidale dell'appaltatore nei confronti delle imprese subappaltatrici, di cui al comma 4, lettera d) dell'art. 52 del presente capitolato, viene meno se quest'ultimo, acquisendo la relativa documentazione prima del pagamento del corrispettivo, verifica che gli adempimenti di cui al comma 28 dell'art. 35 della legge n. 248/06 (connessi con le prestazioni di lavori dipendente concernenti l'opera) siano stati correttamente eseguiti dal subappaltatore.

PARTE IX - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

38_ CONTROVERSIE

1. L'impresa appaltatrice terrà sollevata ed indenne la Stazione appaltante da ogni controversia derivante dall'esecuzione dei lavori e da conseguenti eventuali oneri che possano derivare da contestazioni, richieste etc. da parte dei terzi, in ordine alla esecuzione dei lavori.
2. Durante l'esecuzione dei lavori l'appaltatore assumerà l'obbligo di segnalare tempestivamente all'Università tutte le evenienze, gli accadimenti ed i fatti che in qualche modo possono incidere sui costi dell'appalto, collaborando così al contenimento della spesa ed assumendo una diretta responsabilità per i danni, sia a carico dell'Università, sia a carico dell'Appaltatore, derivanti dalla ritardata segnalazione.
3. L'eventuale motivo di dissenso da parte dell'appaltatore deve essere formulato nei modi e nei tempi come previsto dalle norme vigenti in materia e l'esposizione delle ragioni deve essere formulata in modo esaustivo, cioè nella piena consapevolezza che, decorsi i termini fissati, non è concesso di proporre ulteriori argomentazioni, di produrre nuovi documenti e di fare riferimento ad atti o fatti che non siano stati esplicitamente e motivatamente utilizzati, nei termini fissati, per comunicare e per illustrare la contestazione.

La mancata comunicazione o illustrazione delle contestazioni nei termini e nei modi sopra fissati comporta la decadenza della pretesa o del diritto di illustrare le proprie ragioni. Qualora la parte fosse oggettivamente impossibilitata a quantificare le proprie pretese, dovrà comunque dare comunicazione, nel termine stabilito rispetto al verificarsi del fatto pregiudizievole che intende contestare fornendo congrue spiegazioni sulle ragioni dell'impossibilità, e fornendo altresì tutti i dati di cui può disporre utilizzando l'ordinaria diligenza, riservandosi infine di precisare la pretesa nei modi e nei termini da convenire con la controparte.

Le controversie che durante l'esecuzione o al termine dei lavori non si siano potute definire in via amministrativa, sono deferite al Tribunale di Napoli.

39_ CONTRATTI COLLETTIVI E DISPOSIZIONI SULLA MANODOPERA

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:
 - a. nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;
 - b. i suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;
 - c. è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;
 - d. è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.
2. In caso di inottemperanza, accertata dalla Stazione appaltante o ad essa segnalata da un ente preposto, la Stazione appaltante medesima comunica all'appaltatore l'inadempienza accertata e

può procedere a una detrazione del 0,5% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'impresa appaltatrice delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

3. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'appaltatore invitato a provvedervi, entro quindici giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la stazione appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'appaltatore in esecuzione del contratto.

4. Ai sensi dell'art. 36 bis, comma 1, della legge n. 248/2006, qualora il personale ispettivo del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale (anche su segnalazione dell'Istituto nazionale della previdenza sociale e dell'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro) riscontri l'impiego di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria, in misura pari o superiore al 20% del totale dei lavoratori regolarmente occupati nel cantiere, ovvero in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, di cui agli articoli 4, 7 e 9 del DLgs n. 66/2003 e s.m., può adottare il provvedimento di sospensione dei lavori.

5. Nei casi di cui al comma precedente, il provvedimento di sospensione può essere revocato laddove si accerti:

a. la regolarizzazione dei lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria;

b. il ripristino delle regolari condizioni di lavoro, nelle ipotesi di reiterate violazioni alla disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale.

6. Ai sensi dell'art. 36 bis, comma 2, della legge n. 248/06, i datori di lavoro debbono munire il personale occupato di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I lavoratori, dal canto loro, sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.

7. Nel caso in cui siano presenti contemporaneamente nel cantiere più datori di lavoro o lavoratori autonomi, dell'obbligo di cui al comma precedente risponde in solido il committente dell'opera.

8. I datori di lavoro con meno di dieci dipendenti possono assolvere all'obbligo di cui al comma 6 mediante annotazione, su un apposito registro di cantiere vidimato dalla Direzione provinciale del lavoro territorialmente competente da tenersi sul luogo di lavoro, degli estremi del personale giornalmente impiegato nei lavori. Ai fini del presente comma, nel computo delle unità lavorative si tiene conto di tutti i lavoratori impiegati a prescindere dalla tipologia dei rapporti di lavoro instaurati, ivi compresi quelli autonomi per i quali si applicano le disposizioni di cui al comma 4.

9. Ai sensi dell'art. 36 bis, comma 5, della legge n. 248/06, la violazione delle previsioni di cui ai commi 6 e 8 comporta l'applicazione, in capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro 100 ad euro 500 per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 4 che non provvede ad esporla è, a sua volta, punito con la sanzione amministrativa da euro 50 a euro 300.

10. Nei casi di instaurazione di rapporti di lavoro, i datori di lavoro sono tenuti a dare la comunicazione di cui all'articolo 9 bis, comma 2, della legge n. 608/96 e s.m. e i. (di conversione del DL n. 510/1996), il giorno antecedente a quello in cui si instaurano i relativi rapporti, mediante documentazione avente data certa.

11. L'impiego di lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria è

punito con la sanzione amministrativa da euro 1.500 a euro 12.000 per ciascun lavoratore, maggiorata di euro 150 per ciascuna giornata di lavoro effettivo. L'importo delle sanzioni civili connesse all'omesso versamento dei contributi e premi riferiti a ciascun lavoratore di cui al periodo precedente non può essere inferiore a euro 3.000, indipendentemente dalla durata della prestazione lavorativa accertata.

40_RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

1. Per le ipotesi di risoluzione e di recesso , si rinvia alla disciplina di cui all'art. 108 e 109 del Dlgs 50/2016.

PARTE X - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

41_ULTIMAZIONE DEI LAVORI

1.L'ultimazione dei lavori, appena intervenuta, deve essere comunicata - per iscritto - dall'appaltatore al Direttore dei Lavori, che procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio con l'appaltatore e rilascia, senza ritardo alcuno, il certificato attestante l'avvenuta ultimazione in doppio esemplare.

2. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal Direttore dei Lavori. Il Direttore dei Lavori, nell'effettuare le suddette constatazioni, fa riferimento alla finalità dell'opera, nel senso che considera la stessa ultimata, entro il termine stabilito, anche in presenza di rifiniture accessorie mancanti, purché queste ultime non pregiudichino la funzionalità dell'opera stessa.

3. Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine, non superiore a sessanta giorni, per consentire all'impresa il completamento di tutte le lavorazioni di piccola entità, non incidenti sull'uso e la funzionalità dell'opera, per come accertate dal Direttore dei Lavori. Qualora si eccede tale termine senza che l'appaltatore abbia completato le opere accessorie, il certificato di ultimazione diviene inefficace ed occorre redigerne uno nuovo che accerti l'avvenuto completamento.

4. L'appaltatore, nel caso di lavori non ultimati nel tempo prefissato e qualunque sia il maggior tempo impiegato, non ha facoltà di chiedere lo scioglimento del contratto e non ha diritto ad indennizzo alcuno qualora la causa del ritardo non sia imputabile alla stazione appaltante.

42_CONTO FINALE

Il conto finale verrà compilato entro 120 giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.

43_PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI

1. Ai sensi dell'art. 230 del Reg. n. 207/10, la stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori di cui all'articolo precedente.

2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporsi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta. Egli può però chiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.

3. La presa in consegna anticipata non incide sul giudizio definitivo sul lavoro e su tutte le questioni che possano sorgere al riguardo, e sulle eventuali e conseguenti responsabilità dell'appaltatore.

4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato

dalla stessa per mezzo del Direttore dei Lavori o per mezzo del responsabile del procedimento, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal precedente articolo.

44_ TERMINI PER IL COLLAUDO E LA REGOLARE ESECUZIONE

Per i termini e le modalità delle attività di collaudo si rinvia all'art. 102 del Dlgs 50/2016.

PARTE XI - NORME FINALI

45_ ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE - RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE

Oltre gli oneri di cui al Cap. Gen. n. 145/00, al Reg. n. 207/10 e al presente Capitolato Speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi seguenti:

1. La fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal Direttore dei Lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al Direttore dei Lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'art. 1659 del codice civile.

2. Ogni onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere stesso, l'approntamento delle opere provvisorie necessarie all'esecuzione dei lavori ed allo svolgimento degli stessi in condizioni di massima sicurezza, la pulizia e la manutenzione del cantiere, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante.

3. L'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto.

4. Le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.

5. Le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza.

6. La disponibilità, entro il recinto del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei lavori, di locali, ad uso Ufficio del personale di Direzione ed assistenza, allacciati alle utenze (luce, acqua, telefono,...), dotati di servizi igienici, arredati, illuminati e riscaldati a seconda delle richieste della Direzione, compresa la relativa manutenzione.

7. L'approntamento dei necessari locali di cantiere per le maestranze, che dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici e di idoneo smaltimento dei liquami.

8. L'esecuzione di un'opera campione ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla Direzione dei Lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla

realizzazione delle opere simili.

9. La redazione dei calcoli o dei disegni d'insieme e di dettaglio per tutte le opere strutturali in cemento armato, metalliche, in muratura, in legno, redatti da un ingegnere od architetto iscritto al rispettivo Ordine professionale; l'approvazione del progetto da parte del Direttore dei Lavori non solleva l'Appaltatore, il Progettista ed il Direttore del cantiere, per le rispettive competenze, dalla responsabilità relativa alla stabilità delle opere. L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, a proprie spese, le prove sui cubetti di calcestruzzo e sui tondini d'acciaio, per i quali i laboratori legalmente autorizzati rilasceranno i richiesti certificati.

10. L'esecuzione, presso gli Istituti incaricati, di tutte le esperienze ed assaggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio direttivo munendoli di suggelli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

11. La esecuzione di ogni prova di carico che sia ordinata dalla Direzione dei Lavori su pali di fondazione, solai, balconi, e qualsiasi altra struttura portante, di rilevante importanza statica.

12. Il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo, della continuità degli scoli delle acque.

13. La riparazione di eventuali danni che, in dipendenza delle modalità di esecuzione dei lavori, possano essere arrecati a persone o a proprietà pubbliche e private sollevando da qualsiasi responsabilità sia l'Amministrazione appaltante che la Direzione dei Lavori o il personale di sorveglianza e di assistenza.

14. L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alle assicurazioni varie degli operai contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, la invalidità e vecchiaia, la tubercolosi, e delle altre disposizioni in vigore o che potranno intervenire in corso di appalto. Resta stabilito che in caso di inadempienza, sempreché sia intervenuta denuncia da parte delle competenti autorità, l'Amministrazione procederà ad una detrazione della rata di acconto nella misura del 20% che costituirà apposita garanzia per l'adempimento dei detti obblighi, ferma l'osservanza delle norme che regolano lo svincolo della cauzione e delle ritenute regolamentari. Sulla somma detratta non saranno per qualsiasi titolo corrisposti interessi.

15. La comunicazione al RUP, da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera. Per ogni giorno di ritardo rispetto alla data fissata dall'Ufficio per l'inoltro delle notizie suddette, verrà applicata una multa pari al 10% della penalità prevista all'art. 13 del presente Capitolato, salva la facoltà di risoluzione del contratto.

16. Le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta indicati dalla Direzione.

17. L'assicurazione contro gli incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale, comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre Ditte; l'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata all'Amministrazione appaltante.

18. La richiesta, prima della realizzazione dei lavori, a tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (ConSORZI, rogge, privati, Provincia, ANAS, ENEL, Telecom e altri eventuali) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, dei permessi necessari e a seguire di tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

20. La pulizia quotidiana col personale necessario dei locali in costruzione, delle vie di transito del cantiere e dei locali destinati alle maestranze ed alla Direzione Lavori, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre Ditte.

21. Il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso

d'esecuzione, alle persone addette a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante, nonché, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre Ditte, dalle quali, come dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta.

22. Provvedere, a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della Direzione dei lavori, nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell'Amministrazione appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore.

46_ OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. L'appaltatore è obbligato a:

- a) intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato non si presenti ;
- b) firmare i libretti delle misure, i brogliacci, le liste settimanali e gli eventuali disegni integrativi a lui sottoposti dal Direttore dei Lavori ;
- c) consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal capitolato speciale d'appalto e ordinate dal Direttore dei Lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura ;
- d) consegnare al Direttore dei Lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal Direttore dei Lavori.

2. L'appaltatore è obbligato a produrre alla Direzione dei Lavori adeguata documentazione fotografica, in relazione a lavorazioni di particolare complessità, ovvero non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione o comunque a richiesta della Direzione dei Lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, deve recare in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state effettuate le relative rilevazioni.

47_ CUSTODIA DEL CANTIERE

È a carico e a cura dell'appaltatore la guardia e la sorveglianza sia di giorno che di notte, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose dell'Amministrazione appaltante. Ciò anche durante i periodi di sospensione e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della stazione appaltante.

48_ CARTELLO DI CANTIERE

L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero un esemplare del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno 100 cm di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 1° giugno 1990, n. 1729/UL, curandone i necessari aggiornamenti periodici.

49_ SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE

1. Sono a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo (comprese quelle inerenti gli atti occorrenti

per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione) e registro, della copia del contratto e dei documenti e disegni di progetto.

2. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (IVA); l'IVA è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto si intendono IVA esclusa.

CAPO II

NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

50_LAVORI A MISURA

1. Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 44 o 45 del presente capitolato, e per tali variazioni ricorrano le condizioni, per cui risulti eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro "a corpo" o "a misura", esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.
2. Nei casi di cui al comma 1, qualora le stesse variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 46 del presente Capitolato, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".
3. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.
4. Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
5. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'art. 9 del presente Capitolato Speciale.
6. Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 1, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, ovvero formati ai sensi del comma 2, con le relative quantità.

51_LAVORI A CORPO

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

52_LAVORI IN ECONOMIA

1. La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'art. 153 del Reg. 554/1999.
2. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'art. 2, per la parte eseguita in economia, sono contabilizzati separatamente con gli stessi criteri.
3. I lavori in economia saranno eseguiti:
 - in amministrazione diretta o per cottimi, se la spesa complessiva;
 - non è superiore a 50.000 e (art. 125, comma 5 del DLgs 163/2006);

- per cottimi, se la spesa complessiva è pari o superiore a 40.000 e fino a 200.000 e; in tal caso l'affidamento avverrà previa consultazione di almeno cinque operatori economici (se sussiste un numero tale di soggetti idonei), individuati sulla base di indagini di mercato ovvero tramite elenchi di operatori economici predisposti dalla stazione appaltante ;
- con affidamento diretto da parte del responsabile del procedimento, senza cioè che venga predisposta neanche una gara informale, per lavori di importo inferiore a 40.000 .

53_ VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIÈ D'OPERA

1. In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'art. 29 del presente Capitolato, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal Direttore dei Lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.
2. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal Direttore dei Lavori ai sensi dell'art. 18, comma 1 del Cap. Gen. 145/2000.

54_ NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le norme di misurazione per la contabilizzazione sono le seguenti:

RIMOZIONI E DEMOLIZIONI

I prezzi relativi ai lavori che ammettono demolizioni, anche parziali, dovranno intendersi sempre compensati di ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

- a) -Demolizione di intonaci e rivestimenti: la demolizione, a qualsiasi altezza, degli intonaci dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m²) asportata detraendo, eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m², misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15 cm.
- b) -Demolizione di pavimenti: dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento per la superficie compresa tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misurazione comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco. Il prezzo sarà comprensivo dell'onere della, eventuale, demolizione dello zoccolino battiscopa indipendentemente dalla natura.

PARAMENTI IN FACCIA-VISTA

I prezzi stabiliti per le lavorazioni faccia a vista, da pagare separatamente dalle murature, comprendono il compenso per i piani di posa e di connessura, per la lavorazione faccia vista e qualunque altro eventuale costo del pietrame di rivestimento allorché questo sia previsto di qualità e provenienza differente da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine in mattoni verrà eseguita per la loro superficie effettiva (m²), dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale.

RIVESTIMENTI DI PARETI

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico dovranno essere misurati per la superficie effettiva (m²) qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato saranno comprese e computate nella misurazione la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gusci, angoli ecc., nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti, la fornitura di collante per rivestimenti e, infine, la pulizia da eseguirsi dopo la sigillatura dei giunti.

POSA IN OPERA DEI MARMI, PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI

I prezzi della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici ovvero ai volumi effettivi, dei materiali in opera, determinati con i criteri descritti per le "murature in pietra da taglio".

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intenderà compreso nei prezzi.

Nello specifico detti prezzi, comprenderanno gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la relativa provvisoria protezione, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per 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. Resteranno escluse, dal suddetto prezzo, le prestazioni dello scalpellino e del marmista per gli eventuali ritocchi agli elementi da montare allorché le pietre e/o i marmi non fossero forniti dall'appaltatore stesso.

I prezzi di elenco risultano comprensivi 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 suddetta posa in opera dei marmi e pietre, anche se la fornitura sarà affidata all'Appaltatore, comprenderà altresì l'onere dell'eventuale posa in opera in periodi di tempo diversi, a prescindere dall'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti all'Appaltatore dalla stazione appaltante compreso, inoltre, ogni eventuale onere per spostamento di ponteggi e di apparecchiature di sollevamento.

INTONACI

I prezzi degli intonaci dovranno essere applicati alla superficie effettivamente intonacata, procedendo quindi alla detrazione delle aperture per porte e finestre superiori a 1 m², senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene, cornici, parapetti, architravi ecc.; tali superfici laterali, sia piane che curve, dovranno essere valutate quando la loro larghezza supera i 5 cm. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, risulterà compresa nel prezzo; anche in questo caso gli intonaci verranno misurati alla stregua degli spigoli vivi.

Il prezzo degli intonaci comprenderà l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco varranno anche per intonaci applicati su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore superiore a 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate; tuttavia, per i vani di superficie superiore a 4 m², dovranno essere detratti i vuoti e le zone mancanti 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. Nessun compenso speciale 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 di ispezione delle fognature dovrà essere computato per la superficie di pareti senza detrarre la superficie di sbocco delle fogne, in compenso delle profilature e dell'intonaco sulle grossezze dei muri.

TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere risulteranno compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno, di norma, misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

L'esecuzione di coloritura o verniciatura degli infissi dovrà ottemperare alle seguenti norme:

a) le opere in ferro semplici e senza ornati, (x 0,75) quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi per vetrine di negozi, dovranno essere computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, in questo modo potrà essere ritenuta compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;

b) le opere in ferro di tipo normale a disegno, (x 1) quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, dovranno essere computate una volta per l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;

c) le opere in ferro ornate, (x 1,5) cioè come alla lettera precedente, ma con ornati ricchissimi, nonché per le pareti metalliche e le lamiere stirate, dovranno essere computate una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;

Tutte le coloriture o verniciature s'intenderanno eseguite su ambo le facce con i rispettivi prezzi di elenco; inoltre si intenderà compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

APPARATI DECORATIVI

Per gli apparati decorativi, trattandosi di interventi specialistici che interesseranno il reale sviluppo superficiale del manufatto, andranno esclusi i sistemi di misurazione che implicheranno proiezioni in piano o valutazioni vuoto per pieno. Si procederà, pertanto come di seguito specificato:

a) manufatti da valutare a corpo: tutti quei manufatti complessi, costituiti da materiali di natura diversa, di dimensioni ridotte, di forma complessa o che presentino finiture particolarmente e finemente lavorate;

b) manufatti da valutare a misura: secondo le seguenti prescrizioni.

– Cornici, fasce, mostre modanature, balaustre di altari per manufatti di fattura complessa e fortemente lavorati dovrà essere calcolata la superficie inscrivibile in forma geometrica regolare moltiplicata per la lunghezza. Per manufatti semplici dovrà essere calcolata la superficie effettiva tramite lo sviluppo del profilo per la lunghezza della loro membratura più sporgente. Il prezzo dovrà comprendere il compenso per la lavorazione degli spigoli. A compenso della maggiore forma dei risalti, la misura di lunghezza verrà aumentata di 0,40 m per ogni risalto. Saranno considerati risalti quelli determinati da lesene, pilastri e linee di distacco architettonico che impongano un doppio profilo.

- Bugnati, anteridi e cassettoni: i bugnati e le anteridi comunque gettati, ed i cassettonati, qualunque sia la loro profondità, verranno misurati secondo la loro proiezione su di un piano parallelo al paramento di fondo, senza tenere conto dell'incremento di superficie prodotto

dall'aggetto delle bugne ovvero dei cassettoni. I prezzi dei bugnati resteranno validi ed immutabili qualunque sia la grandezza, la configurazione delle bozze e la loro disposizione in serie (continua o discontinua).

– Sculture a tutto tondo: per le sculture a tutto tondo dovrà essere misurata la superficie laterale del cilindro medio circoscrivibile incrementato del 20% per sculture di decoro semplice, del 40% per sculture di decoro complesso. Il cilindro medio dovrà essere misurato rilevando la circonferenza in almeno quattro punti significativi escludendo quelle minime (collo, caviglia, polso ecc.). Le parti molto aggettanti non dovranno essere incluse nel cilindro medio, ma calcolate con gli stessi criteri e ad esso sommate. Nel caso di sculture cave, la valutazione sarà da esprimersi a corpo.

– Rilievi, fregi: il manufatto andrà inquadrato in una o più forme geometriche piane e regolari. Lo sviluppo della superficie sarà incrementato del 20% per bassorilievi, del 40% per rilievi medi, del 60% per altorilievi. Per altorilievi molto aggettanti l'incremento andrà valutato a seconda del caso. Potranno eventualmente essere assimilabili a sculture a tutto tondo o richiedere incrementi sino al 100%.

– Dipinti: se non riconducibili in forme geometriche semplici e di facile valutazione si dovrà ricorrere al calcolo della loro superficie effettiva con le formule più idonee della geometria.

– Manufatti archeologici: i manufatti (sia oggetti integri sia frammenti) riconducibili a semplici forme geometriche, saranno inquadrati nella suddetta forma di riferimento. Per tutti gli altri manufatti, la superficie verrà computata moltiplicando lo sviluppo del loro profilo per la circonferenza del minimo cilindro circoscrivibile. Gli elementi applicati dovranno essere valutati con gli stessi criteri e sommati. Il computo metrico dovrà comprendere anche la misura della superficie interna misurabile.

Nel prezzo di tutte le decorazioni dovrà essere compreso l'onere per l'ossatura (nei casi in cui gli elementi non superino l'aggetto di 5 cm), per l'abbozzatura dei bugnati, per l'arriciatura della malta, per l'intonaco di stucco perfettamente profilato ed eventualmente levigato, per le modine, i calchi, le forme, per l'esecuzione dei campioni-modello nonché tutto quanto occorra a condurre le opere in stucco perfettamente a termine.

Per lavorazioni particolarmente disagiati potranno essere valutati i seguenti incrementi:

– Interventi su volte, soffitti, settori circolari si calcolerà l'effettivo sviluppo geometrico aumentato del 10% nel caso di volte e soffitti (maggiore onere per superfici rivolte verso il basso).

– Ambienti disagiati (ad es., ipogei, ambienti urbani ad alta densità di traffico) si applicherà l'incremento previsto in progetto per disagi conseguenti alla distanza del sito o a particolari condizioni climatiche e/o ambientali. Tale incremento sarà da valutare anche per opere ubicate in siti isolati di difficile accesso.

OPERAZIONI DI PRECONSOLIDAMENTO

La valutazione di dette operazioni (ristabilimento parziale della coesione di materiale lapideo, ristabilimento della coesione degli intonaci per mezzo di pennelli, siringhe e pipette), data l'evidente difficoltà di stabilire l'esatta misura delle porzioni di materiale che necessitano l'esecuzione di questo intervento, verrà espressa secondo diversi criteri:

– a metro quadrato con un prezzo distinto secondo la percentuale di diffusione del fenomeno di degrado;

– a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato cui vanno riportati i casi al di sotto di questa misura;

La stesura di uno strato protettivo a base di malta idraulica su superfici disgregate lapidee o mosaici verrà valutata a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato.

L'applicazione e la rimozione di bendaggi protettivi sarà valutata con un prezzo al decimetro quadrato nel caso di preconsolidamento su materiale lapideo e mosaici al metro quadrato nel caso

di stucchi, intonaci e dipinti murari. Data la funzione di sostegno, la superficie da bendare dovrà sempre eccedere l'estensione del fenomeno di degrado che ne richiederà l'applicazione. La superficie minima sarà pari a un decimetro quadrato nel caso di materiale lapideo e mosaici ovvero, pari a 0,5 m² per stucchi, intonaci e dipinti murari a cui andranno riportati anche i casi di bendaggi al disotto di queste misure.

Il ristabilimento dell'adesione e della coesione della pellicola pittorica sarà stimato in metri quadrati o parti di metro quadrato delle porzioni di materiale interessato in maniera diffusa da distacchi o disgregazioni.

Il puntuale bloccaggio delle tessere mobili della superficie mosaicata sarà valutato a singolo intervento.

OPERAZIONI DI PULITURA

La valutazione di tutte le operazioni di pulitura eseguite su materiale lapideo, stucchi, dipinti murari, intonaci e mosaici (con sostante solventi a tampone o a pennello, a secco, ad umido, con impacco ecc.) sarà eseguita al metro quadrato o parti di metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa da strati e/o depositi soprammessi. Le rifiniture saranno valutate al decimetro quadrato per materiali lapidei ovvero al metro quadrato per stucchi e dipinti murari. Nel caso di puliture di dipinti murari nel suddetto prezzo sarà esclusa l'incidenza del risciacquo con acqua distillata e l'applicazione di materiale assorbente per l'estrazione di sali solubili e dei residui dei sali utilizzati per l'operazione di pulitura; le suddette operazioni saranno valutate al metro quadrato.

Allorché si parli di cicli di applicazione questi dovranno essere intesi come l'insieme di operazioni costituito dall'applicazione del prodotto indicato secondo il metodo descritto dalla D.L. e dalla successiva rimozione meccanica o manuale delle sostanze da esso solubilizzati.

Nell'uso della nebulizzazione o dell'automazione per puliture di materiali lapidei saranno a carico dell'appaltatore ed inclusi nel prezzo la canalizzazione delle acque di scarico e la protezione delle superfici circostanti mediante gomme siliconiche, teli di plastica e grondaie.

OPERAZIONI DI DISERBO E TRATTAMENTO DA ATTACCHI BIOLOGICI

Alla rimozione di vegetazione superiore saranno riferiti due diversi tipi di valutazione uno al metro quadrato uno al metro lineare tra loro alternativi; ciò in considerazione del fatto che questo fenomeno può verificarsi sia su ampie zone di diffusione sia lungo elementi rettilinei quali cornici, angoli, marcapiani oppure lungo fratture o fessure.

OPERAZIONI DI RIMOZIONI DI STUCCATURE O DI ELEMENTI NON IDONEI APPLICATI IN PRECEDENTI INTERVENTI

La valutazione del prezzo per la rimozione di stuccature (profondità massima 3 cm) non idonee eseguite nel corso di precedenti interventi seguirà tre criteri:

- al metro nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile servite per chiudere o sigillare fessurazioni;
- al metro quadrato nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato);
- al decimetro quadrato nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime ovverosia entro 5 dm² tra 5 e 20 dm² tra 20 e 1 m².

La durezza del materiale utilizzato per le stuccature (gesso, calce, cemento, resina ecc.) resterà un criterio fondamentale di distinzione dei costi in quanto inciderà direttamente e sensibilmente sui relativi tempi di esecuzione così come lo stato di conservazione del manufatto modificherà, altrettanto sensibilmente, il tempo necessario alla rimozione.

Per l'asportazione di elementi metallici la valutazione sarà espressa per ciascuno elemento rimosso

e sarà altresì differenziata a seconda dell'adesivo con cui saranno stati vincolati e della lunghezza degli stessi elementi.

La rimozione temporanea di inserti in pietra o di fasce, cerchiature o grosse staffe sarà valutata per ogni singolo intervento (previo eventuale progetto).

OPERAZIONI DI DISTACCO E RIADESIONE DI SCAGLIE, FRAMMENTI E PARTI PELLICOLANTI O CADUTE

Le operazioni in oggetto saranno valutate a singolo frammento in linea generale potranno essere individuate due categorie con relative valutazioni: frammento di dimensioni limitate che comprenderà sia la scaglia sia il pezzo più pesante ma comunque maneggiabile da un singolo operatore, frammento di grandi dimensioni che comprenderà un complesso di operazioni preparatorie e collaterali. In entrambi i casi qualora si rivelasse necessaria un'operazione di bendaggio preliminare questa sarà contabilizzata a parte secondo le indicazioni fornite alla relativa voce. Saranno altresì esclusi gli oneri di eventuali controforme di sostegno che dovranno essere aggiunti al costo dell'operazione.

La riadesione di frammenti di dimensioni limitate già distaccati o caduti, sarà valutata sempre al pezzo singolo e prevedrà una differenziazione di difficoltà nel caso di incollaggi semplici e di incollaggi con inserzioni di perni. In questo ultimo caso saranno contemplate ulteriori valutazioni dovute alla possibilità o meno di sfruttare eventuali vecchie sedi di perni, alla diversa lunghezza e al diverso materiale dei perni (titanio, acciaio inox, carbonio ecc.).

Il consolidamento di grosse fratture mediante iniezione di consolidanti e adesivi (organici ed inorganici) avrà una valutazione al metro, tuttavia per l'elevata incidenza delle fasi preparatorie verrà contemplata una superficie minima di 0,5 m a cui andranno riportati anche i casi di fatturazioni al di sotto di tale misura.

OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO

Nell'operazione di consolidamento mediante impregnazione (ristabilimento della coesione di materiale lapideo, mosaici, ristabilimento della coesione della pellicola pittorica o doratura/argentatura all'intonaco per mezzo di pennelli, siringhe e pipette), data l'evidente difficoltà di stabilire l'esatta misura delle porzioni di materiale che necessitano l'esecuzione di questo intervento, verrà espressa secondo diversi criteri:

- a metro quadrato con un prezzo distinto secondo la percentuale di diffusione del fenomeno di degrado ovvero sia entro il 30% in un metro quadrato, tra il 30% e il 50% e tra il 50% ed il 100%.
- a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato cui vanno riportati i casi al di sotto di questa misura.

Nell'operazione di ristabilimento dell'adesione tra supporto murario ed intonaco e tra i diversi strati di intonaco l'esecuzione di questo intervento verrà espressa:

- a singolo intervento per distacchi contenuti in precise dimensioni ed espresse in decimetri quadrati;
- a metro quadrato per distacchi di dimensioni più limitate ma diffuse sulla superficie secondo percentuali differenti.

Nell'operazione di consolidamento ad impacco il costo verrà valutato al metro quadrato, sarà contemplata una superficie minima di 1 m² a cui andranno riportati anche quei casi di impacchi al di sotto di questa misura. Il costo della manodopera sarà minore nel caso di oggetti a tutto tondo, dove l'impacco sarà sostenuto facilmente da una fasciatura, mentre aumenterà nel caso di superfici che richiederanno il sostegno dell'impacco con controforme e puntellature.

Il ristabilimento dell'adesione nei fenomeni di scagliatura ed esfoliazione su materiali lapidei eseguito in maniera puntuale mediante incollaggi con resine sintetiche, sarà valutato a singolo intervento, nel caso di ristabilimento dell'adesione eseguito mediante infiltrazione di malta idraulica

verrà contemplata una superficie minima pari a 1 dm² a cui andranno riportati anche i casi di intervento al di sotto di questa misura.

Le operazioni di puntellatura provvisoria di applicazione di perni di distacco e di collocamento di piccole parti saranno da valutare a singolo intervento.

OPERAZIONI DI STUCCATURA, MICROSTUCCATURA E PRESENTAZIONE ESTETICA (COMPREDENDO ANCHE LE INTEGRAZIONI PITTORICHE E LE PROTEZIONI SUPERFICIALI)

Le operazioni di stuccatura, in considerazione della diversa morfologia e delle dimensioni delle lacune saranno valutate secondo tre criteri:

- al metro lineare nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile al fine di chiudere o sigillare fessurazioni;

- al metro quadrato nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato).

Nel caso di dipinti murari saranno individuate tre diverse valutazioni che prevedranno su ogni metro quadrato di superficie una diversa percentuale di estensione di velature o reintegrazioni non idonee: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%;

- al decimetro quadrato nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime ovverosia entro 5 dm² tra 5 e 20 dm² tra 20 e 1 m².

La microstuccatura (ovvero la sigillatura di zone degradate per fenomeni di scagliature, esfoliazione, pitting, microfessurazione o microfratturazioni) sarà valutata al metro quadrato distinguendo tre percentuali di diffusione del fenomeno sul supporto: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%.

La revisione estetica per l'equilibratura di stuccature ed integrazioni (ovvero la possibilità di assimilare al colore della pietra originale tutte le parti non equilibrate) verrà valutata al metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa dal fenomeno di squilibrio.

OPERAZIONI DI INTEGRAZIONI DI PARTI MANCANTI

L'integrazione delle lacune sarà differenziata secondo le tipologie di intervento e la valutazione di queste sarà al decimetro quadrato (dm²) per superfici comprese entro i 50 dm² e al metro quadrato per superfici superiori al metro quadrato.

OPERAZIONI DI PROTEZIONE

Le operazioni di protezioni dovranno essere valutate a superficie effettiva (m²) con detrazione dei vuoti o delle parti non interessate al trattamento con superficie singola superiore a 0,5 m².

Operazioni di stacco ed applicazioni nuovi supporti

Le operazioni saranno valutate al metro quadrato per interventi compresi entro i 2,5 m², oltre tale misura saranno valutate in riferimento al singolo progetto.

MANODOPERA

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai non graditi alla D.L. Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi cioè quanto disposto dalla legge 300/1970 (Statuto dei lavoratori), ed in particolare quanto previsto dall'art. 36 della suddetta legge.

PONTEGGI

I ponteggi esterni ed interni di altezza sino a 4,50 m dal piano di posa si intenderanno sempre

compensati con la voce di elenco prezzi relativa al lavoro che ne richieda l'installazione. Ponteggi di maggior altezza, quando necessari, si intenderanno compensati a parte, una sola volta, per il tempo necessario alla esecuzione delle opere di riparazione, conservazione, consolidamento, manutenzione.

NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

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

TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

CAPO III

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Si precisa che per evitare descrizioni che potrebbero risultare difficilmente rappresentabili, in alcuni articoli del presente capitolato sono stati prescritti alcuni materiali da costruzione con l'indicazione del tipo previsto dal progettista: ciò non costituisce forma di propaganda né costituisce un obbligo di approvvigionamento nei confronti dell'Impresa, la quale è libera di rifornirsi dove meglio le aggrada, ma costituisce un riferimento circa la tipologia e le caratteristiche dei materiali da porre in opera, per quanto riguarda sia le dimensioni sia le proprietà fisiche sia le proprietà meccaniche; i materiali utilizzati dovranno pertanto essere qualitativamente equivalenti o superiori ed in nessun caso inferiori a quelli prescritti.

Si fa presente che con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo con i documenti UNINorMaL) 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.

55_MATERIALI IN GENERE

È regola generale intendere che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, necessari per i lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico, archeologico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, così da non risultare incompatibili con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

Nel caso di prodotti industriali (ad es., malte premiscelati) la rispondenza a questo capitolato potrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsivoglia fase lavorativa, di eseguire o fare effettuare, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e prove preliminari sui materiali (confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate) impiegati e da impiegarsi (in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi) prescritte nel presente capitolato e/o stabilite dalla Direzione Lavori. Tali verifiche dovranno fare riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con decreto 11 novembre 1982, n. 2093. Il prelievo dei campioni (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazione NorMaL) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

In particolare, su qualsiasi manufatto di valore storico-architettonico-archeologico, ovvero sul costruito attaccato, in modo più o meno aggressivo da agenti degradanti, oggetto di intervento di carattere manutentivo, conservativo o restaurativo, e se previsto dagli elaborati di progetto l'Appaltatore dovrà mettere in atto una serie di operazioni legate alla conoscenza fisico materica, patologica in particolare:

- determinazione dello stato di conservazione del costruito oggetto di intervento;
- individuazione degli agenti patogeni in aggressione;
- individuazione delle cause dirette e/o indirette nonché i meccanismi di alterazione.

Nel caso che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, non reputasse idonea tutta o parte di una fornitura di materiale sarà obbligo dell'Appaltatore provvedere prontamente e senza alcuna

osservazione in merito, alla loro rimozione (con altri materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti) siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera. Sarà inteso che l'Appaltatore resterà responsabile per quanto ha attinenza con la qualità dei materiali approvvigionati anche se valutati idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

56_ACQUA, CALCI, GESSO

56.1 Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici od aerei (UNI EN 1008) dovrà essere dolce e limpida con un pH neutro (compreso tra 6 ed 8) con una torbidezza non superiore al 2%, priva di sostanze organiche o grassi ed esente di sali (particolarmente solfati, cloruri e nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%) in percentuali dannose e non essere aggressiva per l'impasto risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico – fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose (DM 9 gennaio 1996 – Allegato I).

Tutte le acque naturali limpide (con l'esclusione di quelle meteoriche o marine) potranno essere utilizzate per le lavorazioni. Dovrà essere vietato l'uso, per qualsiasi lavorazione, di acque provenienti da scarichi industriali o civili. L'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione della D.L., non sarà consentito e, sarà comunque tassativamente vietato l'utilizzo di tale acqua per calcestruzzi armati, e per strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

56.2 Calci

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla normativa europea UNI EN 459-1:2001 "Calci da costruzione. Definizione, specifiche criteri di conformità"; UNI EN 459-2:2001 "Calci da costruzione. Metodi di prova"; UNI EN 459-3:2001 "Calci da costruzione. Valutazione di conformità".

CALCI AEREE

Le calci aeree (costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio con quantità minori di magnesio, silicio, alluminio e ferro) sono classificate in base al loro contenuto di (CaO+MgO)¹; si distinguono in:

- 1) -Calci calciche (CL) calci costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio (il calcare calcico è un calcare che dovrà contenere dallo 0% al 5% di carbonato di magnesio UNI 10319) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici;
- 2) -Calci dolomitiche (DL) calci costituite prevalentemente da ossido di calcio e di magnesio o idrossido di calcio e di magnesio (il calcare dolomitico è un calcare che dovrà contenere dal 35% al 45% di carbonato di magnesio) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici. Questo tipo di calce potrà essere commercializzato nella versione semi-idratata² (S1) o completamente idratata³ (S2).

Le calci aeree potranno, anche essere classificate in base alla loro condizione di consegna: calci vive (Q) o calci idrate (S).

- a) Calci vive (Q) calci aeree (includono le calci calciche e le calci dolomitiche) costituite prevalentemente da ossido di calcio ed ossido di magnesio ottenute per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Le calci vive hanno una reazione esotermica quando entrano in contatto con acqua. Possono essere vendute in varie pezzature che vanno dalle zolle al materiale finemente

macinato.

b) Calci idrate (S) calci aeree, (calci calciche o calci dolomitiche) ottenute dallo spegnimento controllato delle calci vive. Le calci spente sono prodotte, in base alla quantità di acqua utilizzata nell'idratazione, in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce):

- calce idrata in polvere di colore biancastro derivata dalla calcinazione a bassa temperatura di calcari puri con meno del 10% d'argilla; si differenzia dal grassello per la quantità di acqua somministrata durante lo spegnimento della calce viva (ossido di Calcio), nella calce idrata la quantità di acqua impiegata è quella stechiometrica (3,22 parti di acqua per 1 parte di CaO). Può essere utilmente impiegata come base per la formazione di stucchi lucidi, per intonaci interni e per tinteggiature;

- grassello di calce o calce aerea "spenta" (idrata) in pasta ottenuta per lento spegnimento ad "umido" (cioè in eccesso di acqua rispetto a quella chimicamente sufficiente circa 3-4 volte il suo peso) della calce con impurità non superiori al 5%. Le caratteristiche plastiche ed adesive del grassello, migliorano e vengono esaltate con un prolungato periodo di stagionatura in acqua, prima di essere impiegato. Il grassello, si dovrà presentare sotto forma di pasta finissima, perfettamente bianca morbida e quasi untuosa non dovrà indurire se esposto in ambienti umidi o immerso nell'acqua, indurrà invece in presenza di aria per essiccamento e lento assorbimento di anidride carbonica. La stagionatura minima nelle fosse sarà di 6 mesi per il confezionamento delle malte da allettamento e da costruzione e di 12 mesi per il confezionamento delle malte da intonaco o da stuccatura. Nel cantiere moderno è in uso ricavare il grassello mediante l'aggiunta di acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere, mediante questa "procedura" (che in ogni caso necessita di una stagionatura minima di 24 ore) si ottiene un prodotto scadente di limitate qualità plastiche, adesive e coesive;

- latte di calce ovvero "legante" per tinteggi, velature e scialbature ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente il grassello di calce (o della calce idrata) fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra.

Le calci aeree possono essere classificate anche in rapporto al contenuto di ossidi di calcio e magnesio

(valori contenuti RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci"):

a) 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 m³/ton;

b) 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 m³/ton;

b1) -calce forte legante con deboli doti idrauliche, compresa tra le calci magre quando la presenza di componenti idraulici (presenza di argilla intorno al 5-5,5%) è considerata come impurità;

c) calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, contenuto di umidità non superiore al 3% e contenuto di impurità non superiore al 6%, si distingue in:

- fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 91%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 1% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 5%; presenta una granulometria piuttosto fine ottenuta per ventilazione;

- calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 82%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 2% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 15%; si presenta come un prodotto a grana grossa.

La composizione della calce da costruzione, quando provata secondo la norma UNI EN 459-2, deve essere conforme ai valori della tabella 2 sotto elencata. Tutti i tipi di calce elencati nella tabella possono contenere additivi in modeste quantità per migliorare la produzione o le proprietà della calce da costruzione. Quando il contenuto dovesse superare lo 0,1% sarà obbligo dichiarare la quantità effettiva ed il tipo.

Tabella 2.1 Requisiti chimici della calce (valori espressi come percentuale di massa). I valori sono applicabili a tutti i tipi di calce. Per la calce viva questi valori corrispondono al prodotto finito; per tutti gli altri tipi di calce (calce idrata, grassello e calci idrauliche) i valori sono basati sul prodotto dopo la sottrazione del suo contenuto di acqua libera e di acqua legata. (UNI EN 459-1)

Tipo di calce da costruzione	Sigla	CaO+MgO	MgO	CO ₂	SO ₃	Calce libera %
Calce calcica 90	CL 90	90	TM5	TM4	TM2	-
Calce calcica 80	CL 80	80	TM5	TM7	TM2	-
Calce calcica 70	CL 70	70	TM5	TM2	TM2	-
Calce dolomitica 85	DL 85	85	TM30	TM7	TM2	-
Calce dolomitica 80	DL 80	80	5	TM7	TM2	-
Calce idraulica 2	HL 2	-	-	-	TM3	8
Calce idraulica 3,5	HL 3,5	-	-	-	TM3	6
Calce idraulica 5	HL 5	-	-	-	TM3	3
Calce idraulica naturale 2	NHL 2	-	-	-	TM3	15
Calce idraulica naturale 3,5	NHL 3,5	-	-	-	TM3	9
Calce idraulica naturale 5	NHL 5	-	-	-	TM3	3

Nella CL 90 è ammesso un contenuto di MgO fino al 7% se si supera la prova di stabilità indicata in 5.3 della EN 459-2:2001.

Nelle HL e nelle NHL è ammesso un contenuto di SO₃ maggiore del 3% e fino al 7% purché sia accertata la stabilità, dopo 28 giorni di maturazione in acqua, utilizzando la prova indicata nella EN 196-2 "Methods of testing cement: chemical analysis of cement".

Esempio di terminologia delle calci: la sigla EN459-1 CL90Q identifica la calce calcica 90 in forma di calce viva; la sigla EN459-1 DL85-S1 identifica la calce dolomitica 85 in forma di calce semi-idratata.

CALCI IDRAULICHE

Le calci idrauliche oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e a quelli della norma UNI 459, devono rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM

31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" e successive modifiche ed integrazioni. Le calci idrauliche si distinguono in: 1) *calce idraulica naturale (NHL)* ovvero il prodotto ottenuto dalla cottura a bassa temperatura (inferiore ai 1000 °C) di marne naturali o calcari più o meno argillosi o silicei con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento (con quantità stechiometrica di acqua) con o senza macinazione. Tutte le NHL dovranno avere la proprietà di far presa ed indurire anche a contatto con l'acqua e dovranno essere esenti o quantomeno presentare un bassissimo livello di sali solubili.

Questo tipo di calci naturali potrà a sua volta essere diviso in:

- calce idraulica naturale bianca, rappresenta la forma più pura: dovrà essere ricavata dalla cottura di pietre calcaree silicee con una minima quantità di impurezze, presentare una quantità bassissima di sali solubili. Risulterà particolarmente indicata per confezionare malte, indirizzate a procedure di restauro che richiedono un basso modulo di elasticità ed un'elevata traspirabilità. In impasto fluido potrà essere utilizzata per iniezioni consolidanti a bassa pressione;
- calce idraulica naturale "moretta" o "albazzana" a differenza del tipo "bianco" si ricaverà dalla cottura di rocce marnose; risulterà indicata per la confezione di malte per il restauro che richiedono una maggiore resistenza a compressione; il colore naturale di questa calce potrà variare dal

nocciolo, al beige, all'avorio fino a raggiungere il rosato;

2) *calce idraulica naturale con materiali aggiunti (NHL-Z)* in polvere ovvero sia, calce idrauliche naturali con materiale aggiunto cioè, quelle calce che contengono un'aggiunta fino ad un massimo del 20% in massa di materiali idraulizzanti a carattere pozzolanico (pozzolana, coccio pesto, trass) contrassegnate dalla lettera "Z" nella loro sigla;

3) *calce idrauliche (HL)*⁴ ovvero sia calce costituite prevalentemente da idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati. Questo tipo di calce dovrà possedere la caratteristica di far presa ed indurire anche in presenza di acqua.

Tabella 2.2 Caratteristiche meccaniche delle calce idrauliche naturali da utilizzare nel restauro

Tipo	NHL 2		NHL 3,5				NHL 5		
Caratteristiche	Calce delicata idonea per lavori su materiali teneri o fortemente decoesi, per legante di tinteggiature alla calce, per stucchi, e strati di finitura per modanature ed intonaci		Calce idonea per interventi su pietre e laterizi, anche parzialmente degradati, intervento di iniezione e sigillature consolidanti, per rappezzi di intonaci, e stillatura di giunti				Calce idonea per la ricostruzione di pietre e modanature, massetti, pavimentazioni, rinzaffi e arricci esposti a contatto con acqua o per betoncino con collaborazione statica		
PROVE	Rapporto impasto		Rapporto impasto				Rapporto impasto		
Resistenza a comp.	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3
7 gg. N/mm ²	0,62	0,53	0,47	0,75	0,57	0,53	1,96	1	0,88
7 gg. N/mm ²	REQUISITI UNI EN 459-1 ---		REQUISITI UNI EN 459-1 ---				REQUISITI UNI EN 459-1 ---		
28 gg. N/mm ²	1,48	1,36	1,25	1,88	1,47	1,34	2,20	2,00	1,50
7 gg. N/mm ²	REQUISITI UNI EN 459-1 2 a 7		REQUISITI UNI EN 459-1 3,5 a 10				REQUISITI UNI EN 459-1 5 a 15 (a)		
6 mesi N/mm ²	3,848	3,00	2,88	7,50	5,34	3,94	7,30	5,90	5,31
12 mesi. N/mm ²	4	2,90	2,90	7,50	5,90	3,90	9,28	8,44	6,50
La sabbia avrà una granulometria di 0,075-3 mm (a) La NHL 5, con massa volumica in mucchio minore di 0,90 kg/dm ³ può avere una resistenza a compressione dopo 28 gg fino a 20 MPa									

Tabella 2.3 Caratteristiche fisiche delle calce idrauliche naturali

	NHL 2		NHL 3,5		NHL 5	
PROVE	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA
Densità	0,4 a 0,8	0,45-0,55	0,5 a 0,9	0,6-0,66	0,6 a 1,0	0,65-0,75
Finezza a 90 µm	15%	2 a 5 %	15%	6,6	15%	3,12
Finezza a 200 µm	2	0,5 %	5 %	0,48	5	0,08
Espansione	2 mm	1 mm	2 mm	0,05	2 mm	0,61 mm
Idraulicità	----	15	---	25	---	43
Indice di bianchezza	---	76	---	72	---	67
Penetrazione	>10 e <20 mm	---	>10 e <50 mm	21	>20 e <50 mm	22,6
Tempo di inizio presa	>1 e <15 h	---	>1 e <15 h	2,5	>1 e < 15 h	3,59
Calce libera	15 %	50-60%	9 %	20-25%	3%	15-20%

Le calce idrauliche sia naturali che artificiali potranno essere classificate anche in rapporto al grado d'idraulicità, inteso come rapporto tra la percentuale di argilla e di calce: al variare di questo rapporto varieranno anche le caratteristiche (valori contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui

requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche”).

Tabella 2.4 Classificazione calce idrauliche mediante il rapporto di idraulicità (DM 31 agosto 1972)

Calce	Indice di idraulicità	Argilla [%]	Calcare [%]	Presa in acqua [giorni]
Debolmente idraulica	0,10-0,15	5,31-8,20	94,6-91,8	15-30
Mediamente idraulica	0,16-0,31	8,21-14,80	91,7-85,2	10-15
Propriamente idraulica	0,31-0,41	14,81-19,10	85,1-80,9	5-9
Eminentemente idraulica	0,42-0,50	19,11-21,80	80,8-78,2	2-4

56.3 Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall’umidità e da agenti degradanti; approvvigionato in sacchi sigillati con stampigliato il nominativo del produttore e la qualità del materiale contenuto.

Questo legante non dovrà essere impiegato all’aperto o in ambienti chiusi con elevata umidità relativa, in atmosfere contenenti ammoniaca (ad es., all’interno di stalle) o a contatto con acque ammoniacali, in ambienti con temperature superiori ai 110 °C; infine, non dovrà essere impiegato a contatto di leghe di ferro.

Come legante di colore bianco latte potrà assumere varie caratteristiche a seconda della temperatura di cottura. I gessi per l’edilizia si distingueranno in base alla loro destinazione (per muri, per intonaci, per pavimenti, per usi vari) le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurezze) vengono fissate dalla norma UNI 8377 la quale norma fisserà, inoltre, le modalità di prova, controllo e collaudo.

Tabella 2.5 Classificazione dei gessi in base alla temperatura di cottura

Temperature cottura [c°]	Denominazione prodotti	Caratteristiche ed impieghi consigliati
130-160	scagliola gesso da forma	malte per intonaci (macinato più grossolanamente) malte per cornici e stucchi (macinato finemente)
160-230	gesso da stuccatori gesso da intonaci	malte d’allettamento per elementi esenti da funzioni portanti, malte per intonaci, da decorazioni, per confezionare pannelli per murature
230-300	gesso da costruzioni gesso comune	malte d’allettamento o, in miscela con altri leganti, per formare malte bastarde per elementi con funzioni portanti
300-900	gesso morto gesso keene (+ allume)	polvere inerte usata in miscela con leganti organici (colla di pesce o colla animale) per la fabbricazione di stucchi da legno o da vetro o
900-1000	gesso da pavimenti gesso idraulico o calcinato	prodotto che presenta una certa idraulicità con tempi di presa molto lunghi; il gesso, dopo la posa in opera, raggiunge il massimo della

Tabella 2.6 Proprietà dei gessi più comunemente usati

Tipo di gesso	Finezza macinazione		Tempo minimo di presa, (minuti)	Resistenza a trazione minima (kg/cm ²)	Resistenza a flessione minima (kg/cm ²)	Resistenza a compressione minima (kg/cm ²)
	Passante al setaccio da 0,2 mm % (minimo)	Passante al setaccio da 0,09 mm % (minimo)				
scagliola	95	85	15	20	30	40
da costruzione	70	50	7	8	20	50
allumato	90	80	20	12	30	70
da pavimenti	90	80	40			

L'uso di questo legante dovrà essere necessariamente autorizzato dalla D.L.; per l'accettazione di qualsivoglia tipologia di gesso valgono i criteri generali dell'art. 1 del presente Capo e la norma UNI5371.

57_CEMENTI, CEMENTI SPECIALI

57.1 Cementi

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavorazione, dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche e integrazioni (DM 20 novembre 1984 e DM 13 settembre 1993). Tutti i cementi dovranno essere, altresì, conformi al DM n. 314 emanato dal Ministero dell'Industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9 marzo 1988 con l'Allegato "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi immessi sul mercato nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato normale, armato e precompresso. I requisiti da soddisfare dovranno essere quelli previsti dalla norma UNI EN 197-2001 "Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" e le norme UNI EN 196/1-7 e 196-21 inerenti i cementi speciali e la normativa sui metodi di prova ed analisi dei cementi.

A norma di quanto previsto dai decreti sopracitati, i cementi di cui all'art. 1 lett. a) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza Portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, dovranno essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

Gli agglomerati cementizi, oltre a soddisfare i requisiti di cui alla legge 595/1965, devono rispondere alle prescrizioni di cui al DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" e successive modifiche ed integrazioni.

I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità (preferibilmente sopra pedane di legno) e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego. Se sfusi i cementi dovranno essere stoccati in cantiere in appositi silos metallici; i vari tipi e classi di cemento dovranno essere separati ed identificati con appositi cartellini. I prodotti approvvigionati in sacchi dovranno riportare sulle confezioni il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura.

I principali tipi di cemento sono:

1) cemento Portland (tipo CEM I): dovrà presentarsi come polvere fine e pesante, di colore variabile dal grigio bruno al verdognolo, tendente al rossastro nel caso provenga da miscele artificiali; dovrà

avere contenuto di costituenti secondari (filler o altri materiali) non superiore al 5%; ovverosia il prodotto ottenuto per macinazione di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio) con aggiunto gesso e anidrite (solfato di calcio anidro) dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art. 2 legge 595/1965). I cementi Portland, presenteranno scarsa resistenza alle acque marine e, in genere, a tutti gli aggressori di natura solfatica pertanto, quando si opera in località marina o in presenza di corrosivi solfatici (anche di modesta entità) sarà opportuno operare con cementi del tipo III o IV;

2) cemento Portland con aggiunta, in quantità ridotta, di loppa e/o pozzolana (tipo CEM II): detto comunemente cemento Portland rispettivamente alla loppa, alla pozzolana, alle ceneri volanti;

3) cemento d'altoforno (tipo CEM III): dovrà avere contenuto di loppa dal 36% al 95%; la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione di clinker Portland e di loppa basica granulata d'altoforno con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art. 2 legge

595/1965). Questo cemento, di colore verdognolo, presenterà, grazie alle loppe d'altoforno, un basso calore di idratazione sviluppato durante la presa, una buona resistenza chimica ad attacchi di acque leggermente acide o pure, un modesto ritiro in fase di presa;

4) cemento pozzolanico (tipo CEM IV): con materiale pozzolanico dal 15% al 55%; ovverosia la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione del clinker Portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico (tipo argille plastiche torrefatte come ad es. la bentonite) con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art. 2 legge 595/1965). Questo tipo di cemento potrà ridurre o eliminare le deficienze chimiche (rappresentate dalla formazione di idrossido di calcio) del cemento Portland. Il calore d'idratazione sviluppato dal cemento pozzolanico risulterà molto inferiore rispetto a quello sviluppato dal Portland di conseguenza, verrà preferito a quest'ultimo per le lavorazioni da eseguirsi in climi caldi ed in ambienti marini;

5) cemento composito (tipo CEM V): si otterrà per simultanea aggiunta di loppa e di pozzolana (dal 18% al 50%);

6) cemento alluminoso: (non classificato nella normativa UNI EN 196-1 ma presente nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968) si otterrà dalla macinazione del clinker ottenuto dalla cottura di miscele di calcare e alluminati idraulici (bauxite). I tempi di presa risulteranno simili a quelli dei normali cementi mentre l'indurimento è nettamente più rapido (7 gg. contro i 28 gg.). Questo legante potrà essere impiegato per lavori da eseguire in somma urgenza dove è richiesto un rapido indurimento (disarmo dopo 5-7 gg); dove occorra elevata resistenza meccanica (titolo 52,5); per gettare a temperature inferiori allo 0 °C (fino a -10 °C); per opere in contatto con solfati, oli, acidi e sostanze in genere aggressive per gli altri cementi; per impiego in malte e calcestruzzi refrattari per temperature fino a circa 1300 °C. Dei cementi alluminosi si potrà disporre di due tipi speciali: a presa lenta con ritiro contenuto (inizio presa dopo 15 ore, termine presa dopo altre 15 ore) e a presa rapida (inizio presa dopo 1 ora e termine dopo 2 ore).

Esempio di terminologia del cemento: la sigla CEM II A-L 32,5 R identifica un cemento Portland al calcare con clinker dal 80% al 94% (lettera A) e con calcare dal 6% al 20% (lettera L), classe di resistenza 32,5, con alta resistenza iniziale (lettera R).

Tabella 3.1 -Classificazione tipi di cemento con relativa composizione: le percentuali in massa riferiti al nucleo del cemento, escludendo solfato di calcio e additivi (UNI EN 197-1)

Tipo	Denominazione	Sigla	Clinker	Loppa d'alto forno granulare	Microsilice	Pozzolana		Cenere volante		Scisto calcinato	Calcare	Cost.
						Naturale	Indust.	Silicea	Calcica			
						P	Q	V	W			
I	Cemento Portland	I	95-100	---	---	---	---	---	---	---	---	0-5
	Cemento Portland alla loppa	II A-S	80-94	6-20	---	---	---	---	---	---	---	0-5
		II B-S	65-79	21-35	---	---	---	---	---	---	---	0-5
	Cemento Portland alla	II A-D	90-94	---	6-10	---	---	---	---	---	---	0-5
	Cemento Portland alla pozzolana	II A-P	80-94	---	---	6-20	---	---	---	---	---	0-5
		II B-P	65-79	---	---	21-35	---	---	---	---	---	0-5
		II A-	80-94	---	---	---	6-20	---	---	---	---	0-5
	Cemento Portland allo scisto calcinato	II A-T	80-94	---	---	---	---	---	---	6-20	---	0-5
		II B-	65-79	---	---	---	21-35	---	---	---	---	0-5
		II B-T	65-79	---	---	---	---	---	---	21-35	---	0-5
II	Cemento Portland alle calcare	II A-V	80-94	---	---	---	---	6-20	---	---	---	0-5
		II A-L	80-94	---	---	---	---	---	---	---	6-20	0-5
		II B-V	65-79	---	---	---	---	21-	---	---	---	0-5
		II B-L	65-79	---	---	---	---	35	---	---	21-	0-5
		II A-	80-94	---	---	---	---	---	6-20	---	35-	0-5
	Cemento Portland composito	II A-M	80-94	6-20	---	---	---	---	21-35	---	---	0-5
		II B-W	65-79	---	---	---	---	---	---	---	---	0-5
		II B-M	65-79	---	---	---	---	21-35	---	---	---	0-5
III	Cemento d'altoforno	III A	35-64	36-65	---	---	---	---	---	---	---	0-5
		III B	20-34	66-80	---	---	---	---	---	---	---	0-5
		IIIC	5-19	81-95	---	---	---	---	---	---	---	0-5
IV	Cemento pozzolanico	IV A	65-89	---	11-35	---	---	---	---	---	---	0-5
		IV B	45-64	---	36-55	---	---	---	---	---	---	0-5
V	Cemento composito	V A	40-64	18-30	---	18-30	---	---	---	---	---	0-5
		V B	30-39	31-50	---	31-50	---	---	---	---	---	0-5

I costituenti secondari possono essere filler oppure uno o più costituenti principali, salvo che questi non siano inclusi come costituenti principali del cemento.

La proporzione di microsilice è limitata al 10%.

La proporzione di loppa non ferrosa (pozzolana industriale) è limitata al 15%. La proporzione di filler silicica nella Cenere Volante è limitata al 5%.

I diversi tipi di cemento dovranno essere forniti in varie classi di solidificazione, contrassegnate dal colore dei sacchi d'imballaggio o, nel caso in cui si utilizzi cemento sfuso, dal colore della bolla d'accompagnamento che deve essere attaccata al silo. I cementi appartenenti alle classi di resistenza

32,5 42,5 e 52,5 verranno classificati in base alla resistenza iniziale in cementi con resistenza iniziale normale e resistenza più alta (sigla aggiuntiva R). I cementi normali (portland, pozzolanico o d'altoforno) contraddistinti dalla sigla 22,5 potranno essere utilizzati esclusivamente per sbarramenti di ritenuta.

Tabella 3.2 Classificazione tipi di cemento mediante classi di solidità e colorazione di riconoscimento

Tabella 3.2 Classificazione tipi di cemento mediante classi di solidità e colorazione di riconoscimento								
Classe di solidità titolo	Resistenza alla tensione di compressione N/mm²				Colorazione di riconoscimen to	Colore della scritta	Tempo di inizio presa mm	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Solidità normale					
	2 giorni	7 giorni	28 giorni					
32,5	-	16	32,5	52,5	Marrone chiaro	Nero	60	10
32,5 R	10	-				Rosso		
42,5	10	-	42,5	62,5	Verde	Nero		
42,5 R	20	-				Rosso		
52,5	20	-	52,5	-	Rosso	Nero	425	
52,5 R	30	-				bianco		

57.2_Cementi speciali

Sono così definiti quei cementi che presenteranno resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli stabiliti per i cementi normali, differenze dovute a miscele di particolari composti o da elevate temperature di cottura ovvero dall'uso di additivi tipicamente specifici.

1) Cementi bianchi: simili come comportamento agli altri cementi comuni Portland. Dovranno essere ricavati dalla cottura di marne (caolini e calcari bianchi mineralogicamente puri) prive del tutto o con una quantità limitatissima di ossidi di ferro e di manganese; gli eventuali residui dovranno essere eliminati con trattamento fisico-chimico. Il bianco del cemento dovrà essere definito dalle ditte produttrici con tre parametri diversi: brillantezza⁵, lunghezza d'onda dominante⁶ e purezza⁷ inoltre, potrà anche essere definito con l'indice di bianchezza⁸ (contenuto per un cemento industriale tra 70 e 90). Questo tipo di cemento potrà essere utilizzato per opere di finitura quali stucchi ed intonaci, per opere in pietra artificiale è, inoltre, utilizzabile, in piccole quantità negli impasti a base di calce aerea (intonachini, sagramature, copertine creste dei muri ecc.) così da aumentarne la resistenza meccanica ma permettere ugualmente la permeabilità al vapore d'acqua.

2) Cementi colorati: dovranno essere ottenuti dai cementi bianchi miscelati con polvere della stessa finezza, costituita da ossidi, pigmenti minerali, o simili in proporzione mai superiore al 10% così da

evitare impedimenti di presa ed eccessivi ritiri.

3) Cementi soprasolfati: cementi di natura siderurgica che dovranno costituirsi di una miscela di loppa granulata d'altoforno in percentuale dell'80%-85% da gesso o anidrite in percentuale del 10% e da clinker di cemento Portland per circa il 5%. Dovranno essere utilizzati per opere marine e strutture in calcestruzzo a contatto con soluzioni acide. Non risulteranno adatti per operazioni di recupero e/o restauro conservativo.

4) Cementi ferrici: dovranno costituirsi di miscele ricche d'ossido di ferro e polvere di allumina, macinando congiuntamente e sottoponendo a cottura mescolanze di calcare, argilla e ceneri di pirite; per questo dovranno contenere più ossido ferrico che allumina, ed essere quasi totalmente privi di alluminato tricalcico. La loro caratteristica preminente, oltre a presentare un buon comportamento con gli aggressori chimici, è quella di avere minor ritiro degli altri cementi ed un più basso sviluppo di calore di idratazione; risulterà adatto per le grandi gettate.

5) Cementi espansivi: dovranno essere ricavati da miscele di cemento Portland ed agenti espansivi intesi a ridurre od eliminare il fenomeno del ritiro. Generalmente, potranno essere distinti in due tipi: a ritiro compensato allorché l'espansione sia simile al ritiro (agente espansivo solfoalluminato di tetracalcio), espansivi auto-compresi quando l'espansione risulterà superiore al ritiro (agente espansivo ossido di calcio e/o magnesio). Entrambe le tipologie dovranno essere impiegate miscelandole con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore, gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto. Affinché l'espansione avvenga correttamente sarà necessario provvedere ad una corretta stagionatura in ambiente idoneo.

6) Cementi a presa rapida o romano: miscele di cemento alluminoso e di cemento Portland (con rapporto in peso fra i due leganti prossimi a uno da impastarsi con acqua), con idonei additivi tali da permettere le seguenti prestazioni: inizio presa entro un minuto dalla messa in opera e termine presa non più di trenta minuti. L'impiego dovrà essere riservato e limitato ad opere aventi carattere di urgenza o di provvisorietà e con scarse esigenze statiche.

58_LEGANTI SINTETICI

Le resine sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici. In qualsiasi intervento di manutenzione e restauro sarà fatto divieto utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici. Su manufatti di particolare valore storico-architettonico nonché archeologico il loro utilizzo sarà vietato, salvo comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno. I polimeri organici possono essere disponibili sotto varie forme:

- leganti sia per incollaggi (adesivi strutturali), stuccature, iniezioni e sigillature di quadri fessurativi, sia sotto forma di resine emulsionabili in acqua per pitture ed intonaci che presentano un basso grado di assorbimento dell'acqua liquida ed una elevata durabilità;
- additivi per malte e pitture al fine di migliorare l'idrorepellenza, la velocità d'indurimento e le caratteristiche fisico-chimiche dell'impasto ovvero della pittura;
- impregnanti consolidanti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc.;
- impregnanti idrorepellenti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, cls ecc. capaci di costituire una efficace barriera contro l'acqua;
- impregnanti idro ed oleorepellenti per il trattamento di materiali porosi particolarmente esposti agli agenti inquinanti atmosferici.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici dei leganti sintetici sono regolati dalle norme UNICHIM. Mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle indicazioni fornite dalle raccomandazioni NorMaL.

La loro applicazione dovrà sempre essere eseguita da personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

RESINE ACRILICHE

Prodotti termoplastici (molecole a catena lineare); si otterranno polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Questa classe di resine, nella maggior parte dei casi solubili in idonei solventi organici, presenterà buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento, ma dimostrerà scarsa capacità di penetrazione tanto, che potrà risultare difficile raggiungere profondità superiori a 0,5-1 cm (con i solventi alifatici clorurati si potranno ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà però, a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, tenderanno, inoltre, a dilatarsi. I prodotti acrilici sono, di norma commercializzati solidi in polveri, granuli o scaglie, in emulsione acquosa in soluzione di solventi.

Le resine acriliche come del resto le emulsioni acriliche pure (ovvero al 100%) potranno essere utilizzate in dispersione acquosa (ovvero un miscuglio eterogeneo contenente una percentuale variabile di resina acrilica o di emulsione acrilica pura) sia come legante per pigmenti naturali e/o sintetici in polvere, sia come additivo per malte da sigillatura o iniezione (se non diversamente specificato per un impasto di calce ed inerti in rapporto di 1:3 si aggiungerà 5-10% di emulsione acrilica) conferendo a questi impasti un più veloce indurimento in superficie, un miglioramento delle caratteristiche fisico- chimiche (tenacità, durezza, resistenza nel tempo ed agli agenti chimici, resistenza all'abrasione, alla trazione, alla compressione, alla flessione, all'impatto ed agli effetti del gelo) e un netto aumento di adesività su materiali quali laterizio, legno e cemento.

RESINE EPOSSIDICHE

Prodotti termoindurenti (molecole tridimensionali); si otterranno dalla formazione di catene con due tipi di molecole con una gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa sì che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambieranno di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda, sia del rapporto resina-indurente, sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti ecc.); presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume. Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistano molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiederanno nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento (meno di 1%); gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).

Gli adesivi epossidici (ovvero resine utilizzate come leganti per ricongiungere frammenti distaccati), normalmente utilizzabili saranno liquide con indurente a lenta o a rapida reattività (da utilizzare per consolidamenti o più spesso per intasamento delle fessure o per imperniature) o in pasta lavorabili con indurente a lenta o a rapida reattività (per stuccature, ponti di adesione, piccole ricostruzioni e fissaggio perni) in questo secondo caso si provvederà ad intervenire, in fase di formulazione, aggiungendo additivi tixotropizzanti. Di norma questi adesivi saranno totalmente esenti da solventi, non subiranno ritiro durante l'indurimento e grazie alla loro natura tixotropica potranno essere facilmente applicabili anche su superfici verticali in consistenti spessori.

Orientativamente le caratteristiche richieste in relazione sia allo specifico utilizzo (formulati per iniezione, per impregnazione, per betoncini colabili, per incollaggi strutturali ecc.) sia al materiale (cemento armato, muratura, legno ecc.) dovranno essere le seguenti:

tipo di formulato;
 tipo di resina;
 colore impasto;
 consistenza impasto;
 peso specifico (g/cm³);
 punto di infiammabilità °C;
 ritiro %;
 viscosità (impasto) mPas;

pot life (a + 10 °C) (a +24 °C) + 30 °C)
 (a;
 tempo di presa (a + 10 °C) (a +24 °C) + 30 °C)
 (a;

indurimento completo (giorni);
 resistenza a trazione (N/mm²);
 allungamento a trazione %;
 resistenza a flessotrazione (N/mm²);
 resistenza a compressione (N/mm²);
 modulo elastico (N/mm²)

Nota per il compilatore: completare la scheda e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare, per ogni tipologia di resina epossidica (ovvero per ogni tipologia di utilizzo), le caratteristiche, i valori accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

RESINE FLUORURATE

Più precisamente copolimeri fluorurati, presentano notevoli proprietà elastiche e grande stabilità chimica; questi prodotti non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già pre-polimerizzati, pertanto non subiranno alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non varieranno le loro proprietà. Disciolti in solventi organici (di norma acetone o acetato di butile) potranno essere utilizzati come legante per isolare in maniera efficace fessure e rotture da stuccature o sigillare; possono inoltre essere impiegati per ripristini da eseguirsi con lo stesso materiale oggetto di restauro. La preparazione dell'impasto, se non diversamente specificato, prevedrà l'unione di una parte in peso di resina a 3 parti di inerte ricavato, preferibilmente, dalla macinazione della stessa pietra. L'impasto dovrà essere ben mescolato fino ad ottenere la consistenza voluta. Sarà consigliabile non eseguire alcun intervento sulla stuccatura prima di 1 ora dalla stesura della stessa. Queste resine sono completamente reversibili in acetone anidro.

RESINE POLIESTERE

Resine derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi bi-basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro, o sintetiche così da migliorare la resistenza dei prodotti finali. Come riempitivi possono essere usati polveri di varia granulometria di calcari, gesso, o sabbie. La resistenza a raggi solari e U.V. è abbastanza bassa, specialmente per prodotti reticolari con monomeri aromatici, mentre la resistenza meccanica e le proprietà adesive sono abbastanza buone. La resina potrà presentare un certo ritiro del volume (sino ad 8-10%) che la rende non proprio adatta per riempire le fessure del materiale lapideo, al contrario potranno essere utilizzate come collanti per congiungimenti o il fissaggio di perni, barre filettate, tiranti ecc. anche se sarà necessario evitare che la resina raggiunga la superficie estrema

poiché per esposizione alla luce darebbe marcate variazioni di colore. Orientativamente il pot life a 20 °C sarà di circa 5-7 minuti e il tempo di fissaggio intorno ai 40-60 minuti.

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

59_MATERIALI INERTI PER MALTE, STUCCHI E CONGLOMERATI

L'analisi granulometrica, atta a definire la pezzatura di sabbie, ghiaie e pietrischi dovrà essere eseguita utilizzando i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334. Sarà, pertanto, obbligo dell'Appaltatore, mettere a disposizione della D.L. detti crivelli così che possa eseguire il controllo granulometrico. Il diametro massimo dei grani dovrà essere scelto in funzione del tipo di lavorazione da effettuare: malta per intonaco, malta per stuccatura, malta per sagramatura, malta per riprese, impasti per getti, impasti per magroni ecc. Gli aggregati per le malte dovranno altresì essere conformi alle norme UNI EN 13139:2003.

GHIAIA E PIETRISCO

Le ghiaie saranno costituite da elementi di forma arrotondata di origine naturale, omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte (calcaree o silicee), non gessose ad alta resistenza a compressione, dovrà, inoltre, essere ben assortita. Priva di parti friabili ed, eventualmente, lavata con acqua dolce al fine di eliminare materie nocive. I pietrischi (elementi di forma spigolosa di origine naturale o artificiale) oltre ad essere anch'essi scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee, potranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione (minimo 1200 kg/cm²), all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo. Entrambe le tipologie di inerti dovranno avere dimensioni massime (prescritte dalla D.L.) commisurate alle caratteristiche di utilizzo. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal DM 9 gennaio 1996, Allegato 1, punto 2 e dalla norma UNI 8520. In ogni caso le dimensioni massime dovranno essere commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere di dimensioni tali da:

- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 50 mm se utilizzati per lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata ecc.
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 40 mm se utilizzati per volti di getto;
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 30 mm se utilizzati per cappe di volti, lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.

In ogni caso, salvo alcune eccezioni, gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da non passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 10 mm.

Tabella 5.1 Classificazione della ghiaia e del pietrisco in base alla loro granulometria

Tipo		Granulometria in mm	Utilizzo
Ciotoli o "pillole di fiume"		80-100	pavimentazioni stradali
GHIAIA rocce	grossa o ghiaione	50-80	riempimenti, vespai, massicciate, sottofondi
	mezzana	20-50	riempimenti, solai, getti
	ghiaietto o "pisello"	10-20	riempimenti, solai, getti
	granello o "risone"	7-10	rinzaffi ad alto spessore, zoccolature, bugnati, pavimentazioni, piccoli getti
PIETRISCO rocce	grosso	40/71	riempimenti, vespai, getti
	ordinario	25/40 15/25	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
	pietrischetto	10/15	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
	graniglia grossa	5/20	pavimenti a seminato, a finto mosaico

GRANIGLIA marmo	graniglia media	2,5/11	pavimenti a seminato, a finto mosaico, battuti
	graniglia minuta	0,5/5	marmette di cemento, pavimenti a seminato, battuti

SABBIE

Le sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate dalla frantumazione di rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive dovranno essere: ben assortite, costituite da grani resistenti, prive di materie terrose, argillose, limacciose, polverulenti, di detriti organici e sostanze inquinanti; inoltre, avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso. Le sabbie dovranno, altresì essere scricchiolanti alla mano, ed avere una perdita di peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

L'appaltatore dovrà mettere a disposizione della direzione lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla citata norma UNI 2332 per il controllo granulometrico. In particolare:

- la sabbia per murature in genere dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 (UNI 2332-1);
- la sabbia per intonaci, stuccature e murature di paramento od in pietra da taglio dovrà essere costituita da grani passanti attraverso lo staccio 0,5 (UNI 2332-1);
- la sabbia per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e dall'Allegato 1, punto 1.2, del DM 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche". I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 mm e 5,0 mm (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

Le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno, salvo diverse specifiche di progetto, essere costituite 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%. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata con acqua dolce, anche più volte, al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati all'art. 6 del DR 16 novembre 1939, n. 2229, nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e nell'Allegato 1, punto 2 del DM 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

Tabella 5.2 Classificazione delle sabbie in base alla loro granulometria

	Tipo	Granulometria in mm	Utilizzo
SABBIA silice, calcare	Grossa o sabbione	2/6	malta da costruzione, arriccio, rinzafo (spessore 2-5 cm), calcestruzzi
	media	1/2	malta da rasatura, arriccio, intonachino, malta da allettamento
	fina	0,5/1	finiture, stuccature, iniezioni di consolidamento
	finissima	0,05-0,5	rifiniture, decorazioni, stuccature, iniezioni di consolidamento

POLVERI

Ricavate dalla macinazione meccanica di marmi (carrara, verona, botticino ecc.) e pietre (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, dove prescritto dal progetto o dalla D.L., alla miscela secca di sabbie in quantitativo, salvo diverse prescrizioni, di circa 10-15% in peso.

La silice micronizzata si presenta come una polvere bianca, amorfa ai raggi X, con grandezza delle particelle primarie di 5-30 nanometri. Le caratteristiche principali sono: effetto addensante, tixotropante, antisedimentante, rinforzante per elastomeri, miglioramento dell'effetto di scorrimento delle povere ed effetto assorbente.

PIETRA MACINATA

Inerti ottenuti dalla frantumazione naturale di rocce calcaree e/o sedimentarie, appartenenti al gruppo delle arenarie, proveniente direttamente da cave o da materiale di recupero della stessa fabbrica in questo caso, preventivamente alla macinazione, sarà cura dell'appaltatore provvedere ad una accurata pulizia seguita da cicli di lavaggio e asciugatura così da rimuovere eventuali tracce di sostanze inquinanti ed impurità varie. La pietra macinata, se non diversamente specificato, dovrà possedere le seguenti caratteristiche: buona resistenza a compressione; bassa porosità così da garantire un basso coefficiente di imbibizione; assenza di composti idrosolubili (ad es. gesso); assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico.

Il materiale derivato dalla frantumazione delle pietre proveniente da cave (da utilizzare per intonaci e stuccature) dovrà, necessariamente, essere dapprima accuratamente ventilato ed in seguito lavato più volte con acqua dolce così da asportare la polvere di macinazione che ricoprendo i granuli dell'inerte potrebbe compromettere l'utilizzo. L'inerte macinato sarà, di norma, classificato, in base alla sua granulometria, in:

- fine da 0,3 a 1 mm;
- media da 1 a 3 mm;
- grossa da 3 a 5 mm;
- molto grossa da 5 a 10 mm.

Per il controllo granulometrico sarà cura dell'appaltatore fornire alla D.L. i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334.

POZZOLANA

Le pozzolane (tufo trachitico poco coerente e parzialmente cementato di colore grigiastro, rossastro o bruno) dovranno essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti ed essere di grana fine (dimensione massima dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico inferiore ai 5 mm), asciutte ed accuratamente vagliate, con resistenza a pressione su malta normale a 28 gg di 2,4 N/mm², resistenza a trazione su malta normale a 28 gg. di 0,4 N/mm² e residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico. Qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre 1939, n. 2230.

COCCIO PESTO

Granulato di coccio macinato disidratato, dovrà essere ricavato dalla frantumazione di laterizio a pasta molle, mattoni, tavole e coppi fatti a mano cotti a bassa temperatura (< a 950°C); a seconda delle zone di provenienza potrà presentare un colore da toni variabile dal giallo al rosso. Risulterà reperibile in diverse granulometria: a grana impalpabile 00-0, polvere 0-1,2 mm, fine 1,2-3 mm, media 3-8 mm, grossa 8-20 mm. La polvere di coccio pesto dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. Per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci naturali anche con spessori consistenti.

METACAOLINO

Il metacaolino (Al₂O₃2SiO₂), ottenuto per calcinazione a 730 °C del caolino (argilla primaria caratterizzata da un alto contenuto di silice e allumina attive) per le sue caratteristiche di

pozzolanicità e traspirabilità potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci a marmorino ma anche per il consolidamento d'intonaci mediante iniezioni in profondità. Caratteristiche: colore bianco (grado 85,5 metodo ISO); ossido di silicio 47%; ossido di alluminio 37,8%; ossido di ferro 0,6%; pH al 10% in acqua $5,0 \pm 0,5$; peso specifico $2,3 \text{ gr/dm}^3$.

ARGILLE ESPANSE

Materiali da utilizzare principalmente come inerti per il confezionamento di calcestruzzi alleggeriti; in genere si ottengono tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua. Ogni granulo di colore bruno dovrà presentare: forma rotondeggiante (diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm), essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non essere attaccabile da acidi, e conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

Di norma le argille espanse saranno in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà, comunque, possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

Con appositi procedimenti i granuli potranno anche essere sinterizzati e trasformati in blocchi leggeri (mattoni, mattoni forati) da utilizzare, eventualmente, per pareti isolanti.

POMICE ED ALTRI INERTI NATURALI LEGGERI

Gli inerti leggeri di pomice dovranno essere formati da granuli leggeri di pomice asciutti e scevri da sostanze organiche, polveri od altri elementi estranei. Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto. Per quanto riguarda gli aggregati leggeri nel caso di utilizzo per miscele strutturali dovranno necessariamente possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mm^2 .

60_ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) potranno essere realizzati in laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito, calcestruzzi cellulare; essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale). Gli elementi resistenti, quando impiegati nella costruzione di murature portanti, dovranno, necessariamente, rispondere alle prescrizioni contenute nel DM LLPP n. 103 del 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento" (d'ora in poi DM 103/1987). Rientreranno in queste prescrizioni anche i mattoni da "paramento" ovverosia, quelli utilizzati per rivestimenti esterni ma che hanno, contemporaneamente una funzione portante.

Nel caso di murature non portanti, le suddette prescrizioni insieme alle norme UNI 8942 "Prodotti di laterizio per murature" potranno costituire un utile riferimento. Le eventuali prove su detti elementi dovranno essere condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 772 "Metodi di prova per elementi di muratura".

Tabella 6.1 Tipologie degli elementi resistenti artificiali e spessori minimi dei muri (DM 20/11/87)

Tipo di elemento		Elementi resistenti in laterizio		Elementi resistenti in calcestruzzo	
		f (cm^2)	Spessore minimo (cm)	f (cm^2)	Nessun limite di spessore
Mattoni pieni	15%	9	12		
Mattoni e blocchi semipieni	15% --- 45%	12	20	0,10 A con A 900 cm^2	
Mattoni e blocchi forati	45% --- 55%	15	25	0,15 A con A > 900 cm^2	

Mattoni = elementi resistenti artificiali aventi forma parallelepipedica
 Blocchi = elementi resistenti artificiali di grande formato con volume maggiore di circa 5500 cm³
 A = area lorda della faccia forata delimitata dal suo perimetro
 F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti f = area media di un foro (solo per il laterizio)
 j = 100 x F/A = percentuale di foratura

Saranno considerati pieni i mattoni trafilati (tipo A massiccio, tipo B a tre fori), quelli pressati che presentano incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta, nonché i pressati cellulari (mattoni dotati di fori profondi ma non passanti). Dimensioni UNI 5,5 x 12 x 25 cm e 6 x 12 x 24 cm.

Saranno considerati semipieni i laterizi per murature destinati, di norma, ad essere messi in opera con i fori verticali, con apprezzabili caratteristiche di resistenza (foratura pesante). I blocchi semipieni potranno essere prodotti con laterizio “alveolato”, ovverosia dotato di porosità uniforme tale da ridurre il peso a 1600-1400 kg/m³. I laterizi semipieni si distingueranno in: mattone semipieno tipo pesante o leggero (dim. 5,5 x 12 x 25 cm; 6 x 12 x 24 cm; - da paramento - dim. doppio UNI 12 x 12 x 25 cm) blocco forato (dim. 12/15 x 25 x 25 cm; 20 x 20 x 40 cm), e blocco forato ad incastro (dim. 20 x 25 x 30 cm; 20 x 30 x 45 cm; 20 x 30 x 50 cm).

Saranno denominati forati i laterizi per murature destinati di norma ad essere posti in opera con i fori orizzontali; se non diversamente specificato si classificheranno in:

- foratino o “stiaccione” (tre fori dim. 5 x 15 x 30 cm);
- forato comune (sei fori dim. 8 x 12 x 25 cm);
- foratella o tramezza (otto-dieci fori dim. 8/12 x 25 x 25 cm);
- foratone (dodici fori dim. 12 x 24 x 24 cm, 15 x 24 x 30 cm).

A seconda del grado di cottura i laterizi (mattone pieno e semipieno, mezzo mattone, tre quarti, quarto o “bernardino”, mezzolungo o “tozzetto”, mezzana, pianella) potranno essere distinti in:

- a) albas, poco cotti, porosi, di colore chiaro (rosa o giallo), scarsamente resistenti, di norma non adatti come materiale per funzioni strutturali;
- b) mezzanelli dolci, più rossi dei precedenti, ma con resistenza ancora piuttosto bassa;
- c) mezzanelli forti, di colore rosso vivo, poco porosi, con resistenza a compressione, nel caso di mattoni pieni, comprese tra 25 e 40 MPa;
- d) ferrioli, troppo cotti, di colore rosso scuro (tendente al bruno), poco porosi in superficie, poco aderenti alle malte.

Il colore, oltre che dalla temperatura di cottura e dalla durata di tale trattamento, dipenderà anche dal tenore degli ossidi di ferro, dei silicati e del calcare presente nella miscela argillosa, e potrà variare dal giallo al rosso, più o meno cupo.

Prodotti comuni: i mattoni pieni per uso corrente dovranno essere a forma di parallelepipedo regolare, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante, avere una colorazione il più uniforme possibile nonché presentare, sia all’asciutto che dopo la prolungata immersione nell’acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla norma UNI vigente. Per i mattoni pieni e i mattoni e blocchi semipieni per uso corrente ai fini dell’accettazione di un elemento saranno ammesse:

- 1 fessura interna nella direzione dei fori interessante tutta la dimensione dell’elemento per elementi con una sezione fino a 700 cm²;
- 2 fessure per sezioni maggiori di 700 cm²;
- 4 fessure nella direzione dei fori sulle pareti esterne, non maggiori del 200% della dimensione dell’elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa;
- 2 fessure ortogonali alla direzione dei fori sulle pareti e sulle facce esterne, non maggiori del 10%

della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa (due fessure concorrenti in uno spigolo sono da considerarsi una fessura sola).

In ogni caso il numero totale delle fessure ammesse sulla superficie esterna complessiva dell'elemento non deve superare il valore 4 non saranno da considerarsi nel computo lesioni aventi una estensione \leq 5% della lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione della lesione stessa.

Per ciascun elemento non sarà tollerata, sulla sua superficie, nessuna protuberanza o scagliatura di diametro medio $>$ di 30 mm; protuberanze e scagliature di diametro minore non dovranno essere sistematiche. La quantità di elementi non conformi, ammessa complessivamente nel campione, per fessure, scagliature e protuberanze dovrà risultare \leq a 21.

Prodotti faccia a vista e da rivestimento: le liste in laterizio per rivestimenti murari a colorazione naturale o colorate con componenti inorganici, potranno presentare nel retro, tipi di riquadri in grado di migliorare l'aderenza con le malte o, essere foggiate con incastro a coda di rondine. Il loro potere di imbibizione non dovrà superare il 10% in peso di acqua assorbita ed il loro contenuto di Sali solubili non dovrà essere superiore a 0,05% o a 0,03%, a seconda dei tipi. Nel caso in cui il colore superficiale dell'elemento risultasse diverso da quello del supporto interno non sarà ammessa alcuna mancanza di rivestimento sulla superficie destinata a restare a vista che renda visibile il corpo ceramico di base.

Per quanto concerne le facce non destinate a rimanere a vista resteranno validi i requisiti enunciati per i prodotti comuni; diversamente, se destinate a restare a vista, i difetti superficiali (lunghezza, fessure, dimensioni scagliature e scheggiature) dovranno avere dimensioni tali da non eccedere i limiti riportati in tabella.

Tabella 6.2 (UNI 8942/86)

Tipo	Facce in vista (ammessa una sola imperfezione per dm ² di superficie)	Spigoli
Liscio	5 mm	6 mm
Rigato, sabbiato ecc.	10 mm	12 mm

La resistenza meccanica degli elementi dovrà essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel DM 103/1987 in caso di muratura portante e con quelle previste dalla norma UNI 8942 se si tratta di semplice rivestimento.

La fornitura dovrà essere accompagnata da dichiarazione del produttore che attesta la conformità dei mattoni e della stessa fornitura ai limiti di accettazione della norma UNI 8942 (semplice rivestimento) e DM 103/1987 (in caso di muratura portante). Sarà, in ogni caso, facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano realmente le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Tabella 6.3 -Limiti di accettazione dei prodotti faccia a vista e da rivestimento per murature non portanti. All'interno della tabella non sono considerati, data la varietà dei valori delle caratteristiche, i prodotti formati a mano. I suddetti valori potranno essere concordati alla fornitura (UNI 8942)

CARATTERISTICA	LIMITI E/O TOLLERANZE
Dimensioni	
Lunghezza nel senso dei fori	\pm 3% (max \pm 3 mm)
Altre dimensioni	\pm 2% (max \pm 5 mm)
Spessore pareti	
Interne	6 mm minimo
Esterne	15 mm minimo
Forma e massa volumica	
Planarità facce lungo le diagonali	fino a 10 cm \pm 2 oltre 10 cm $<$ 2% (max \pm 5 mm)

Rettilinearità degli spigoli	fino a 10 cm \pm 2 oltre 10 cm \pm 2%
Ortogonalità degli spigoli	fino a 10 cm 2 oltre 10 cm 2%
CARATTERISTICA	LIMITI E/O TOLLERANZE
Dimensioni	
Percentuale foratura	nominale – 2 + 5%
Massa volumica	nominale \pm 8%
Densità apparente	Da concordare
Resistenza meccanica	
Resistenza caratteristica a compressione	nominale – 8%
Coefficiente di variazione resistenza a compressione	20%
Trazione per taglio	da concordare
Flessione per taglio	da concordare
Altre determinazioni	
Inclusioni calcaree	tere 3 < < 5 mm per dm ² ; diametro medio crateri < 5 mm;
Efflorescenze	Dopo 4 giorni di immersione in acqua gli elementi, lasciati asciugare non ne dovranno presentare
Imbibizione	8 – 20 g/dm ²
Assorbimento acqua (quantità)	10 – 25%
Rischio gelività	Comportamento “non gelivo” l'elemento dovrà resistere ad almeno 20 cicli di gelo e disgelo tra i + 50° e i – 20 °C

Gli elementi speciali di laterizio per l'esecuzione di solai ovverosia le pignatte (avente funzione statica collaborante) e le volterrane (avente funzione principale di alleggerimento) dovranno presentare i seguenti spessori minimi: pareti superiori e perimetrali a 8 mm; setti interni 7 mm; raggio minimo di raccordatura 3 mm. Per gli elementi collaboranti alti h cm (altezza variabile da 12 a 24 cm) l'altezza minima della zona rinforzata (S) sarà 5 cm per h \geq 25 e h/5 cm per h \leq 25, in ogni caso S non potrà essere inferiore a 4 cm. L'altezza complessiva di entrambi questi blocchi di laterizio potrà variare da 12 cm a 24 cm mentre l'interasse varierà da un minimo di 33 cm ad un massimo di 50 cm. La resistenza meccanica dei suddetti elementi dovrà essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste dalla normativa vigente.

Tabella 6.4 Resistenza caratteristica a compressione

Tipo blocchi	Volterrane di alleggerimento Kg/cm²	Pignatte collaboranti Kg/cm²
R _{lk} parallela ai fori	150	300
R _{lk} trasversale ai fori	50	150
P punzonamento	150	50

Le tegole piane (embrici o tegole marsigliesi) o curve (coppi o canali), di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a 20 mm dai bordi estremi dei due lati corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a 120 kg, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di 1 kg cadente dall'altezza di 20 cm. Sotto un carico di 50 mm d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole dovranno risultare impermeabili (UNI EN 538-539). Le tegole piane, infine, non dovranno presentare difetto alcuno nel nasello.

61_MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

61.1_Materiali ferrosi

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

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato DM 30 maggio 1974 ed alle norme UNI vigenti nonché presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1) Ferro: il ferro comune di colore grigio con lucentezza metallica 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: tale acciaio, che potrà essere del tipo I (ossia extradolce e dolce il cosiddetto ferro omogeneo, con contenuto di carbonio inferiore a 0,1% per il primo e compreso tra 0,1% e 0,2% per il secondo; gli acciai saranno indicati con i simboli Fe 33 C10 o C16, e Fe 37 C20), o del tipo II (ossia semiduro e duro compresi tra il Fe 52 e il Fe 65 con contenuto di carbonio compreso tra 0,3% e 0,65%), dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà, saranno richiesti perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alte ragioni. Esso dovrà, inoltre, essere saldabile e non suscettibile di prendere la temperatura; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare. Rientreranno in questa categoria le piastre, le lamiere (sia lisce sia ondulate, sagomate ovvero grecate o microdogate), le staffe e le cravatte per il consolidamento delle travi in legno, i fogli ed i nastri di vari spessori e dimensioni.

3) Acciaio profilato per strutture di armatura: rientreranno in questa categoria sia i prodotti ottenuti per estrusione i cosiddetti "profilati" a sezione più o meno complessa secondo le indicazioni di progetto (a "T" UNI 5681, a "doppio T o IPE" UNI 5398; ad "H o HE" UNI 5397; ad "L"; ad "U" ecc.) sia quelli a sezione regolare detti anche barre, "tondini" o "fili" se trafilati più sottili. I tondini di acciaio per l'armatura del calcestruzzo siano essi lisci (Fe B32 k) o ad aderenza migliorata (Fe B38 k o Fe B44 k) dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel DM del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il collaudo e l'esecuzione delle strutture delle opere di c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" attuativo della legge n. 1086 del 5 novembre 1971 e relative circolari esplicative, nonché alle norme UNI vigenti. In linea generale il materiale dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Tabella 7.1 Caratteristiche meccaniche minime per barre nervate e per reti di acciaio elettrosaldate (DM 9/01/96)

Tipo di acciaio		Fe B38 k	Fe B44 k
Diametro		5 ÷ 30 mm	5 ÷ 26 mm
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	N/mm ²	375	375
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	N/mm ²	450	540
Allungamento A5	%	14	12
Fino a 12 mm piegamento a 180° su mandrino avente diametro		3	4
Oltre 12 mm fino ai 18 mm		6	8
Oltre 18 mm fino a 25 mm piega e raddrizzamento su mandrino avente diametro		8	10
Oltre 25 mm fino a 30 mm		10	12

4) Reti in acciaio elettrosaldate: le reti di tipo "normale" avranno diametri compresi tra i 4 mm e i 12 mm, potranno su richiesta essere zincate in opera; quelle di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 g/m²) perfettamente aderente alla rete. Tutte le reti utilizzate in strutture di cemento armato dovranno avere le caratteristiche richieste dal DM 27 luglio 1985 e dal DM 9 gennaio 1996 nonché delle norme UNI vigenti (UNI 8926-27 e UNI ISO 10287).

Tabella 7.2 Caratteristiche meccaniche per reti di acciaio elettrosaldate (DM 9 gennaio 1996)

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} ovvero $f_{(0,2)k}$	N/mm	390
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	N/mm	440
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito	min/ max	0,60
Allungamento A ₁₀	%	8

Rapporto f_{yk}/f_{yk}	1,10
--------------------------	------

5) Acciai inossidabili austenitici (UNI 3158-3159; 3161): dovranno corrispondere per analisi chimica alle norme AISI (American Iron Steel Institute) 304 e 316 (cioè ai rispettivi tipi UNI X5 Cr-Ni 1810 e X5 Cr- Ni-Mo 1712), e AISI 304L e 316L (rispettivi tipi UNI X2 Cr-Ni 1811 e X2 Cr-Ni-Mo 1712), aventi composizione chimiche sostanzialmente uguali alle precedenti a parte per la percentuale di carbonio sensibilmente inferiore che permetterà di migliorare ulteriormente le rispettive caratteristiche di resistenza alla corrosione a fronte, però, di una leggera diminuzione delle caratteristiche di resistenza meccanica (il carico unitario di snervamento R_s scende da 250 MPa a 220 MPa per il tipo 304 e da 260 MPa a 240 MPa per il tipo 316). Nell'acciaio AISI 316 l'utilizzo di molibdeno permetterà di migliorare sensibilmente le caratteristiche alla corrosione in particolare di quella per violatura (il PRE cioè l'indice di resistenza alla violatura Pitting Resistance Equivalent del tipo 316 è pari a 23-29 contro il 17-22 dl tipo 304). Il tipo di acciaio a cui si farà riferimento per le caratteristiche meccaniche è il Fe B 44 k. Le modalità di prelievo e le unità di collaudo di tale acciaio seguiranno le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armature in c.a. Il peso dell'acciaio inox ad aderenza migliorata ad elevato limite elastico (low carbon) verrà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione nominale corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,95 kg/dm³ per il tipo AISI 304L e di 8,00 kg/dm³ per il tipo AISI 316L.

Tabella 7.3 Caratteristiche fisico-meccaniche degli acciai inossidabili

Materiale	Indice resistenza	Inducibilità termica	Modulo elastico GPa	Carico di snervamento kg/mm ²	Allungam. minimo %	Strizione minima %
AISI 304	17-22	15	200	25	55	65
AISI 304L	18-21	15	200	22	55	70
AISI 316	23-29	15	193	26	55	70
AISI 316L	23-29	15	193	24	55	70
AISI 430	16-18	26	203	50	18	50

6) Acciaio fuso in getti: l'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli o per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

7) Ghisa: (UNI 5330) la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. Dovrà essere assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. Le caratteristiche dovranno adempiere i parametri elencati in tabella.

Tabella 7.4 Proprietà meccaniche delle ghise

Tipo	Carico a rottura (minimo) MPa	Allungamento a rottura (minimo) %	Numero durezza Brinell	Resilienza Charpy KJ/m2	Modulo Elastico MPa
Ghisa grigia ordinaria UNI G 15	147	1	150	40	84000

8) Titanio: il titanio e le sue leghe dovranno rispondere, per le loro caratteristiche, alle normative di riferimento del paese di produzione (UNI 10258). Questo specifico metallo dovrà possedere le seguenti caratteristiche: elevata leggerezza, elevata resistenza meccanica in relazione ad una

bassa densità, elevata resistenza alla corrosione, basso coefficiente di dilatazione termica e basso coefficiente di conducibilità termica. Grazie al suo modulo elastico (pari a circa 100 GPa ovvero quasi la metà degli acciai inossidabili) risulterà un metallo facilmente abbinabile ai materiali lapidei, ceramici o, in ogni caso da costruzione. Con un peso specifico di circa 4,5 g/cm³ ed un carico di rottura simile a quello degli acciai il titanio, con le sue leghe fornisce tra i migliori rapporti resistenza meccanica/peso. La norma ASTM B625 identifica in ordine crescente le caratteristiche in classi da 1 a 4, il più usato è il 2, mentre la lega più utilizzata sarà la Ti-6Al-4V contenente il 6% di alluminio, il 4% di vanadio ed il 90% di titanio.

Tabella 7.5 Caratteristiche fisico-meccaniche del titanio e della lega Ti-6Al-4V

Materiale	Densità g/cm ³	Punto di fusione °C	Coeff. dilataz. Termica	Modulo elastico GPa	Carico di rottura kg/cm ²	Carico di snervamento kg/cm ²	Allungamento %
Titanio	4,5	1668	8,4 x 10	106	3400	2800	20
Ti-6Al-4V	4,4	1650	8,6 x 10	120	900	8300	---

62.2_Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame, il bronzo, l'ottone, l'alluminio, l'alluminio anodizzato, e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni dovranno essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui saranno destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza ovvero la durata.

63_PRODOTTI A BASE DI LEGNO – GENERALITÀ

Si intenderanno prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che si presenteranno sotto forma di segati, pannelli, lastre ecc.

I prodotti verranno di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

Tabella 8.1 Tensioni nominali in MPa (N/mm²) per legno massiccio

Tabella 6.1 - Valori nominali in MPa (N/mm²) per legno massiccio										
Specie legnose		Categoria Legname	Flessione	Trazione		Compressione		Taglio	Torsione	Modulo elastico
				0	90	0	90			
	Abete rosso	1	11	11	0,05	10	2	1	1	12.500
		2	9	9	0,05	8	2	0,9	1	11.500
		3	7	6	0	6	2	0,8	0	10.500
	Abete bianco	1	11,5	11	0,05	1	2	0,9	1	13.500
		2	10	9	0,5	9	2	0,8	1	12.500
		3	7,5	6	0	7	2	0,7	0	11.500
	Larice	1	13	12	0,05	12	2,5	1,1	1	15.500
		2	11	9,5	0,05	10	2,5	1	1	14.500
		3	8,5	7	0	7,5	2	0,9	0	13.500
	Pino silvestre	1	12	11	0,05	11	2	1	1	13.500
		2	10	9	0,05	9	2	0,9	1	12.500
		3	8	6	0	7	2	0,8	0	11.500
	Douglas	1	12	10,2	0,05	11	2	0,9	1	
		2	10	8,5	0,05	8,5	2	0,9	1	
		3	7	6	0	6	2	0,9	0	
	Quercia, Faggio	1	12	45	0,05	12	3	1,2	1	13.500
		2	11	10	0,05	10	2,5	1	1	12.500
		3	8,5	7	0	7,5	2,2	0,9	0	11.500
	Robinia	1	13,5	13	0,05	12	3	1,2	1,6	14.000
		2	11,5	11	0,05	10	2,5	1	1,6	13.000
		3	9	7	0	7,5	2,2	0,9	0	12.000
	Castagno, Olmo,	1	12	11	0,05	11	2	0,8	1,3	10.000
		2	10	9	0,05	9	2	0,7	1,3	9.000
		3	8	6	0	7	2	0,6	0	8.000
Data di emissione	Poppo	1	10,5	9	0,05	10	1,5	0,6	1	9.000
		2	8,5	7	0,05	8	1,5	0,5	1	9.000
		3	8,6	4,5	0	6	1,5	0,4	0	7.000

0 sta ad indicare parallela alla fibratura

90 sta ad indicare ortogonale alla fibratura

63.1_Legnami e materiali derivati dal legno

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenze essi siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al DM 30 ottobre 1912, DPR 24 dicembre 1969, DM del 6 marzo

1986 e alle norme UNI vigenti verranno selezionati, tra le diverse possibilità di scelta, le qualità appartenenti alla categoria prescritta se non presenteranno difetti incompatibili con l'uso per cui sono destinati.

Una classificazione commerciale e pratica, basata sulla forma, distingue i legnami in:

- legname tondo o "tondame"
- legname segato
- legname lavorato a squadratura con sezione quadrata o rettangolare (travi, travicelli ecc.)
- legname segato in tavolame
- legname squadrato

Il legname rotondo: dovrà provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovrà essere sufficientemente diritto, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo; dovrà essere scortecciato per tutta la lunghezza e conguagliato alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri. L'umidità massima tollerabile per questi materiali dovrà essere del 25%.

Tabella 8.2 Denominazione e misure dei principali prodotti ricavati da legname tondo

Denominazione	Diametro (cm)	Lunghezza (cm)	Note ed usi comuni
Abetelle o stili (antenne, candele)	12-25	200	Classe media della paleria, solo scortecciati e privati dell'alburno. Utilizzati per ponti di servizio
Pali	15-30	200-600 fino a 900	Classe grossa della paleria di essenza forte e dura sono tronchi privati della scorza e dell'alburno. Utilizzati per fondazione e consolidamento dei terreni

Il legname segato a spigolo vivo: dovrà essere lavorato e squadrato a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo (saranno comunque ammissibili lievi tolleranze sugli smussi), senza alburno ovvero potrà essere tollerata la moderata presenza di alburno nel legname strutturale.

Tabella 8.3 Denominazione e misure dei principali prodotti ricavati da legname lavorato a squadratura o segato

Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Travi o bordonali	400 fino a 1000-1200	20-45 fino a 50	14-35 fino a 40	Elementi squadrati a filo vivo o con tolleranza di smussi. Utilizzati come elemento principale della orditura di sostegno di coperture o solai.
Travicelli	350-550	12-18	8-15	Elementi squadrati a filo vivo utilizzati come struttura secondaria di solai o coperture
Morali o Correnti (arcarecci, terzere)	400-900	8-10	10-14	Travicelli utilizzati per l'orditura longitudinale delle coperture
Correntini o listelli	300-800	5-8	3,5-5	Correnti di minori comunque squadrati e utilizzati specialmente per la ossatura delle coperture
Piane	non inferiore a 300	4-9	4-6	Travicelli piani e squadrati utilizzati per soffitti, tramezze e simili

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle sconnessure; le tavole potranno essere non refilate (ovvero ottenute dal solo taglio longitudinale del fusto), refilate rastremate (ovvero smussate seguendo la rastrematura) parallele (ovvero a spigoli paralleli) la larghezza delle tavole ordinarie potrà variare da 16 cm a 30 cm e da 8 cm a 15 cm per le sottomisure, la lunghezza varierà da 200 cm a 400 cm.

Tabella 8.4 Classificazione delle tavole parallele ricavate da tronchi segati

Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Panconi	400 ma sovente le misure variano da 300 a 600	25-40	8-15	Tavole molto grosse utilizzate per lavori di fondazione e per impalcature robuste
Tavoloni	400 può oscillare da 250 a 500	20-40	5-8	Tavole di grossezza media
Tavole o assi	300-600	15-35 con gradazioni di 2	2,5-6	Utilizzate per lavori di falegnameria e nei lavori di legname minuto
Assicelle	variabile circa 250	15-25	1,2-2,5	Tavole sottili
Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Scurette	variabile	15-20	1	
Sciaveri o scorzoni	variabile	variabile	variabile	Scarti di segagione provenienti dalla periferica del tronco con un lato rettilineo e l'altro a porzione di circonferenza
Piallacci	variabile	variabile	0,1-0,2	Fogli di legno di essenza nobile utilizzati per impiallacciare legni meno pregiati

Il legname squadrato, ottenuto dai fusti mediante tagli, oltre alla squadratura a spigoli vivi paralleli potrà dar luogo ad altri due tipi di legni:

– legname grossolanamente squadrato a spigolo smussato lavorato a sega o ad ascia, dove tutte le facce dovranno essere spianate senza essere scarnite, saranno tollerati l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale;

–travi con squadratura “uso Trieste” ovvero lavorazione, eseguita su piante intere con una squadratura parziale senza spigolo vivo ottenuta attraverso il processo di piallatura superficiale, mantenendo la conicità del tronco originario.

I legnami per pavimentazioni siano essi listoni che tavolette dovranno necessariamente essere stagionati, ben piallati, esenti da nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima categoria, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare. Essi dovranno essere ben stagionati con un contenuto d'acqua non

superiore al 15%; le specie ammissibili nella categoria degli infissi saranno elencati nelle tabelle UNI 2853-54. Tali legni dovranno presentare limitati difetti: sarà prescritta una densità di almeno 3 anelli per cm (con l'esclusione di alborno), non dovranno essere presenti nodi, cipollature, buchi, od altre malfatture palesi, dovranno, inoltre, presentare colore e venatura uniforme.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

SEGATI DI LEGNO

I segati di legno dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 844). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 10 mm; tolleranze sullo spessore: ± 2 mm; (misurata secondo la norma UNI EN 1313);
- umidità non maggiore del 15%, (misurata secondo la norma UNI 8829);
- difetti visibili ammessi....., misurati secondo.....;
- difetti da essiccazione (misurati secondo la norma UNI 8947);
- qualità di essiccazione (valutata secondo la norma UNI 9030);
- trattamenti preservanti con metodo..... e comunque resistenti ai....., misurati secondo.....;
- impregnato con sostanza protettiva contro parassiti del legno e sostanze ignifughe.....

PANNELLI DI FIBRE DI LEGNO (LEGNI RICOSTRUITI O RIGENERATI)

1) Pannelli con struttura uniforme: tenuta strutturale che si otterrà mediante feltratura delle fibre (legno tondo debole e residuo delle segherie) ed azione adesiva delle forze leganti proprie del legno o di collanti aggiunti (resine sintetiche o resine naturali). Il materiale dovrà risultare omogeneo, con proprietà meccaniche uniformi nelle varie direzioni. Detti pannelli potranno essere del tipo extraduro (fabbricati per via umida), duro (fabbricati per via umida o per via semi secca) entrambi molto resistenti utilizzabili anche per la fabbricazione di travi composte; semiduro (fabbricati per via secca) e/o porosi (fabbricati per via umida) da impiegare per pareti isolanti e tramezzi leggeri.

2) Pannelli MDF (Medium Density Fibreboard): pannelli a base di fibra di legno. Le fibre verranno essiccate in misura maggiore che nei pannelli di media durezza. La struttura si presenterà contemporaneamente fine e fitta su tutta la sezione, i pannelli possono venire lavorati e rivestiti come il legno massiccio.

I pannelli di fibre dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 316 e UNI EN 622). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 3 mm; tolleranze sullo spessore: $\pm 0,5$ mm; (misurate secondo la norma UNI EN 9363);
- umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo.....;
- massa volumica: per tipo tenero, minore di 350 kg/m^3 ; per tipo semiduro, tra 350 e 800 kg/m^3 ; per tipo duro, oltre $800-1000 \text{ kg/m}^3$, per tipo extraduro, oltre 1000 kg/m^3 , (misurata secondo la norma UNI EN 323). La superficie potrà essere:
- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura)
- levigata (quando ha subito la levigatura)
- rivestita su una o due facce mediante: (placcatura, carte impregnate, smalti altro).
- impregnata con prodotti protettivi contro l'attacco di parassiti del legno

- impregnata con prodotti ignifughi..... ;
- Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:
- assorbimento di acqua di massimo(misurato secondo la norma UNI EN 382);
 - rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acquamassimo, (misurato secondo la norma UNI EN 317);
 - resistenza a trazione diminimo.....(misurata secondo la norma UNI EN 319);
 - resistenza a compressione diminimo(misurata secondo la norma UNI ISO 3132 e UNI ISO 3787);
 - resistenza a flessione diminimo(misurata secondo la norma UNI EN 1058).

Nota per il compilatore: completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di pannello, facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

PANNELLI DI PARTICELLE (LASTRE DI AGGLOMERATO LIGNEO)

Pannelli di particelle pressati piani: pannelli a base di trucioli di legno tondo o legno per uso industriale legati per mezzo di resine sintetiche, l'orientamento dei trucioli sarà parallelo al piano del pannello. I pannelli potranno essere monostrato o multistrato (normalmente a 3 o a 5 strati) entrambi i tipi dovranno essere rifiniti con squadratura dei bordi e levigatura. Al fine di migliorare la resistenza alla flessione e il modulo di elasticità i pannelli dovranno contenere particelle dello strato di copertura più piatte;

Pannelli di particelle a estrusione: pannelli, legati con resine sintetiche, nei quali l'orientamento delle particelle dovrà, prevalentemente, essere verticale al piano. I pannelli potranno essere monostrato (pannelli non rivestiti) o multistrato con rivestimento costituito da sfogliati, pannelli di fibre dure, materiali multistrato o sintetici contenenti fibre di vetro;

Pannelli di particelle legate con leganti minerali: pannelli composti da miscela ad alta compressione composta per il 25% circa del peso da particelle di legno e per il 65% da leganti minerali (cemento Portland, magnesite o gesso), acqua, additivi (acceleranti di indurimento) ed eventuali materiali inerti. I pannelli potranno essere forniti grezzi non trattati o rivestiti con fogli di materiale sintetico, vernici disperdenti od intonaci di malta (UNI EN 633-634, UNI EN 1128, UNI EN 1328);

Pannelli OSB (Oriented Strand Board): pannelli a base di particelle di legno con trucioli grandi, relativamente lunghi e orientati. L'orientamento delle particelle sarà ottenuto mediante speciali dispositivi di distribuzione longitudinalmente o trasversalmente alla direzione di fabbricazione del pannello; nel caso di struttura a tre strati l'orientamento delle particelle dell'anima solitamente trasversale e delle particelle dello strato di copertura parallelo alla direzione di fabbricazione.

I pannelli di particelle dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 309 e UNI EN 312). A compimento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza: ± 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: $\pm 0,5$ mm;
- umidità del 10% \pm 3%;
- massa volumica:kg/m³; misurata secondo la norma UNI EN323;
- superficie: grezza o; levigata o; rivestita con;
- resistenza al distacco degli strati esterniN/mm² minimo.

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento dopo immersione in acqua: 12% massimo (oppure 16%), misurata secondo la norma UNI EN 317 ;
- assorbimento d'acqua.....% massimo, misurato secondo ;
- resistenza a flessione di N/mm² minimo, misurata secondo;

- impregnato con prodotti protettivi contro l’attacco di parassiti del legno
- impregnato con prodotti ignifughi

Nota per il compilatore: completare l’elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di pannello, facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

PANNELLI DI LEGNO COMPENSATO

1) multistrato: pannelli con struttura simmetrica composta da un numero di fogli di piallaccio (spessore da 2/10 mm a 3 mm) dispari (a partire da 3 strati), in caso di numero pari i due fogli interni dovranno essere disposti paralleli alla fibratura; le direzioni delle fibratura dovranno essere ruotate reciprocamente in modo perpendicolare. Per usi di tipo strutturale dovranno essere utilizzati pannelli di tipo bilanciato spessore minimo 22 mm, con struttura simmetrica composta da almeno 7 fogli di piallaccio. Il compensato multistrato con almeno 5 strati e spessore superiore a 12 mm è denominato multiplex. Le facce esterne dei pannelli potranno anche essere rivestite con fogli di legno pregiato, così da migliorare l’aspetto estetico del manufatto: l’accoppiamento con tali strati di finitura è detto anche impiallacciatura.

Tabella 8.5 Spessori pannelli compensati multistrati

Spessore nominale in mm	Numero minimo di strati
3-4-5-6	3
8-10-12-15	5
18-20-22	7
25-28-30	9

2) A liste e listelli “paniforti”: realizzato incollando (mediante resine sintetiche) almeno uno sfogliato di copertura su ogni lato ed un foglio centrale su liste o listelli di legno massello disposti uno affianco all’altro; lo spessore varia da 10 mm a 45 mm. Gli strati saranno disposti perpendicolarmente tra loro. Sui due lati dello strato centrale dovrà essere posto uno sfogliato di copertura (pannello a 3 strati) ovvero uno strato di isolante e uno sfogliato di copertura (pannello a 5 strati). L’anima del compensato a liste sarà formata da liste di legno massiccio segate larghe da 24 mm a 30 mm; mentre quella del compensato a listelli sarà costituita da strisce di sfogliato disposte a coltello con uno spessore compreso tra 50 mm e 80 mm.

Per i compensati multistrato e per i paniforti le definizioni, le classificazioni, la composizione, le caratteristiche, i difetti, le dimensioni e gli impieghi saranno contemplati nelle norme UNI vigenti (UNI EN313). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d’uso, si intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 5 mm; tolleranze sullo spessore: ± 1 mm; (misurate secondo la norma UNI EN 315);
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo
- numero di strati
- finitura esterna
- grado di incollaggio (da 1 a 10), (misurato secondo UNI EN 314-1 e UNI EN 314-2). Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:
- resistenza a trazione N/mm^2 , (misurata secondo la norma UNI 6480);
- resistenza a flessione statica N/mm^2 minimo, (misurata secondo la norma UNI EN 1072);
- impregnazione degli sfogliati con prodotti protettivi contro l’attacco di parassiti del legno e sostanze ignifughe;
- impregnazione degli sfogliati con prodotti ignifughi

Nota per il compilatore: completare l’elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di compensato, facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in

loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

63.2_Legno lamellare incollato

Il legno lamellare disponibile sotto forma di travi, di pannelli in multistrati o di sezioni sagomate di varia natura proveniente dalle migliori zone di accrescimento (con raccordi fra le parti mediante piccoli raggi di curvatura il raggio non può essere inferiore a 160 volte lo spessore della lamella di specie resinosa e

200 volte per lamelle di specie dure) dovrà essere fornito in opera conformemente alle norme UNI (in particolare UNI EN 386-397, UNI EN 390-392 e UNI EN 1194) e/o CNR vigenti ed in loro mancanza quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Ogni pezzatura dovrà essere selezionata qualitativamente e dimensionalmente, stagionata, giuntata di testa e piallata sulle quattro facce, formando le lamelle nelle misure richieste dagli elaborati di progetto. Le lamelle, (di norma spessore £ di 5 cm, larghezza £ di 25 cm, area massima 60 cm² per specie resinose, 40 cm² per specie dure) assemblate per incollaggio eseguito con collanti di tipo strutturale (a base di resorcina formaldeide o di urea), dovranno essere del tipo impregnato con sostanze atte a garantire l'assoluta inattaccabilità da parte di insetti, funghi, agenti atmosferici e chimici. Le strutture portanti dovranno, grazie all'elevata coibenza termica, impedire la creazione di ponti termici ed eliminare fenomeni di condensa.

Le caratteristiche tecniche richieste al legno lamellare sono:

- categorie di legnami utilizzati: resinoso o duro di I° e II° categoria;
- giunzione longitudinale: fitta dentellatura "a pettine" o "a becco di flauto" sfalsata nell'altezza della sezione complessiva;
- colle utilizzate: colle alla resorcina-formolo (per strutture esposte agli agenti atmosferici) o all'urea- formolo;
- trattamenti antimuffa, fungicida, antiparassitario;
- resistenza al fuoco: classe 30/120;
- rapporto altezza/base: £ 10.

Le tensioni ammissibili dichiarate dal produttore dovranno essere quelle riportate in tabella.

Tabella 8.5 Tensioni ammissibili (kg/cm²)

Tipo di sollecitazione		Categoria I		Categoria II	
		Duro	Resinoso	Duro	Resinoso
Compressione assiale	'	140	135	112	107
Compressione trasversale	t'	46	26	41	20
Trazione assiale		168	157	101	90
Trazione trasversale	t	12	8	10	6
Flessione	f	152	146	129	112
Taglio		20	15	15	12
Taglio longitudinale nel piano d'incollaggio		12		– Con colle alla resorcina-formolo – Con colle all'urea-formolo o fenolo-formolo	
		10			
Razione ortogonale al piano d'incollaggio	t	6		– Con colle alla resorcina-formolo – Con colle all'urea-formolo o fenolo-formolo	
	t	5			
Categoria I classe A: tutte le lamelle con tavole di I scelta; categoria I classe B: 15% di lamelle, per parte (con un minimo di due lamelle per bordo esterno) di I scelta e nucleo centrale di lamelle di II scelta. Categoria II tutte le lamelle con tavole di II scelta					

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- di delaminazione;
- di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio;

- di controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

La determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura e di altre proprietà fisiche e meccaniche saranno effettuate secondo le prescrizioni di cui alle norme UNI EN 408.

64_PIETRE NATURALI E RICOSTRUITE

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato: le denominazioni commerciali dovranno essere riferite a campioni, atlanti ecc.; i prodotti di seguito elencati dovranno, qualora non diversamente specificato, rispondere al RD del 16 novembre 1939, nn. 2229-2232, e 3334 alle norme UNI alle norme tecniche del CNR nonché alle raccomandazioni NorMaL vigenti.

ARDESIA

Roccia metamorfica filide argilloscista con elevato contenuto di quarzo, facile da dividersi in lastre sottili possiedono elevata scistosità, grana fine e tinte dal grigio al nero. In lastre per copertura dovrà essere di prima scelta e di spessore uniforme: le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa che liscia ed esenti da inclusioni e venature. Elevata resistenza a compressione con carico di rottura di 1500 kg/cm².

ARENARIA

Roccia sedimentaria clastica composta per cementazione naturale di una sabbia silicea o silicatica. Il cemento potrà essere di natura silicea, argilloso, argilloso-calcareo (macigno), gessoso ma, più frequente sarà quello misto. In funzione della natura di tale cemento ed al tipo di diagenesi subito, le arenarie potranno essere più o meno compatte, forti o friabili; di norma si presentano con giacitura a strati, hanno resistenza alla compressione di 600-1000 kg/cm², peso specifico da 2,5 a 2,7, colore variabile anche all'interno di una stessa formazione: tinta predominante grigio, bruno-giallastro, rossastro, grana fine non lucidabile. Generalmente di facile lavorazione, ed in rapporto alla consistenza, potranno essere impiegate come pietra da taglio, per elementi architettonici, rivestimenti ed anche per pavimentazioni stradali. Alcune varietà sono gelive.

CALCARE

Roccia sedimentaria o metamorfica costituita prevalentemente, da calcite, ovvero da carbonato di calcio, generalmente con associazione d'impurezze ed altre sostanze che ne modificano le caratteristiche tecniche. La loro formazione potrà essere di due tipi: sedimentaria di deposito chimico (travertini, alabastri calcarei, tufi calcarei o calcareniti ecc.) o alterazione chimica e deposito meccanico, cioè da deposito di prodotti di disaggregazione di altre rocce ricimentatesi (conglomerati come breccie a scheletro di pezzatura spigolosa e puddinghe sempre con pezzatura grossa ma a carattere arrotondato); di tipo metamorfica con processo di ricristallizzazione (marmi). I calcari, possiedono, di norma, durezza media (3 Mohs), peso specifico da 1,7 a 2,8 ton/m³; resistenza alla compressione da buona ad ottima, non sono gelivi. I calcari teneri non risultano suscettibili di lucidatura, hanno grana fine ed omogenea; potranno essere utilizzati sia per apparecchi portanti sia per elementi decorativi. I calcari compatti sono, normalmente, lucidabili, avranno struttura microcristallina e proprietà superiore a quelle di marmi.

GRANITO (TERMINE COMMERCIALE)

Roccia eruttiva intrusiva composta prevalentemente da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali

quarzo, feldspati, e da scarsi minerali ferrici), compatta, di difficile lavorabilità, manterrà a lungo la lucidatura se esposta all'esterno. La rottura del granito non avverrà per scorrimento dei piani reticolari, ma per reciproco distacco dei grani tra loro. I graniti potranno essere utilizzati per decorazione e per costruzione (grazie alle loro buone caratteristiche meccaniche e di resistenza all'abrasione e al gelo); di colore biancastro, grigiastro, rossastro frequentemente con macchiettature più scure (il colore dipenderà soprattutto dal contenuto di feldspato e di ferro), hanno una composizione chimica acida con abbondanza di silice in percentuale variabile tra il 70% e l'80%. La struttura tipica è granulare olocristallina con cristalli di dimensione variabile da minuti (1-2 mm) a medio grandi (10-20 mm), peso specifico relativamente modesto.

A questa categoria, appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici emiche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

MARMO (TERMINE COMMERCIALE)

Roccia metamorfica le cui rocce originarie sono costituite da calcari di qualsiasi origine ovvero deposito meccanico, di deposito fisico-chimico ed organico. Dal punto di vista geologico per marmo sarà da intendersi un calcare (in genere organogeno) cristallino metamorfosato, di struttura compatta, lucidabile, caratterizzato da una cristallinità rilevabile ad occhio nudo. I marmi potranno essere utilizzati per decorazione e per costruzione, prevalentemente saranno costituiti da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino). A differenza dei calcari compatti microcristallini, i marmi presentano la caratteristica di traslucità che ne determina un maggiore valore estetico. A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentine;
- oficalciti.

I marmi dovranno essere soggetti alla lavorazione superficiale e/o le finiture indicate dal progetto, le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze nonché essere esenti da alcun difetto (bucce, vene, lenti, scaglie, peli, nodi, piccole cavità o taroli, macrosità, fessurazioni, inclusioni ecc.).

PIETRA (TERMINE COMMERCIALE)

Roccia compatta e resistente, di natura ed origine varia da impiegarsi sia nelle costruzioni sia nelle decorazioni, di norma non lucidabile. Sotto questa categoria potranno essere classificate rocce di composizione mineralogica svariatissima non inseribili in alcuna classificazione, comunque riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte, come varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi ecc.);
- rocce dure e/o compatte come le pietre a spacco naturali (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie ecc.) e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi ecc.).

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte. Dovranno essere, in assoluto, scartate le pietre marnose e quelle alterabili

all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le caratteristiche fisico-meccaniche delle pietre naturali da impiegare nella costruzione (in relazione sia alla natura della roccia prescelta sia dell'impiego) dovranno corrispondere alle norme di cui ai Regi Decreti 16 novembre 1939, n. 2229 e n. 2232, nonché alle norme UNI vigenti.

PIETRA DA TAGLIO

Oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione, e di perfetta lavorabilità e/o lucidabilità. Le forme, le dimensioni ed i sistemi di lavorazione dei pezzi, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, verranno man mano indicati dalla D.L. Le lavorazioni da adottare per le pietre da taglio se non diversamente specificato saranno le seguenti:

- a semplice sbazzatura;
- a punta grossa; a punta mezzana; a punta fine;
- a martellina grossa; a martellina fina;
- a bocciarda grossa; a bocciarda media; a bocciarda fine;
- a gradina media; a gradina fine;
- a scalpellino medio; a scalpellino fine.

Le facce delle pietre da taglio, anche se unicamente sbazzate, dovranno venir lavorate sotto regolo, così da non perdere mai sinuosità maggiori di 1 cm; le pietre lavorate a punta grossa non dovranno presentare sinuosità maggiori di 5 mm. Nei conci lavorati a punta mezzana ed a punta fina, i letti di posa dovranno essere ridotti a perfetto piano e le facce dovranno presentare spigoli ben vivi e ben rifilati così che le giunture celate non superino la larghezza di 8 mm e quelle in vista di 4 mm. Allorché sia comandata la lavorazione a martellina, le superfici lavorate dovranno essere a “pelle” piana e liscia, senza sinuosità e sporgenze alcuna e le attaccature non dovranno essere superiore ai 2 mm. Per le opere a “faccia a vista” dovrà essere vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce. Per questo specifico utilizzo dovranno essere utilizzate pietre caratterizzate da una buona resistenza a compressione ed a flessione, capacità di resistenza agli agenti atmosferici ed alle sostanze inquinanti, nonché presentare una buona tenacità (resistenza agli urti).

TRAVERTINO (TERMINE COMMERCIALE)

Roccia sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da impiegare in rivestimenti esterni ed interni, in pavimenti, marcapiani, elementi architettonici in genere; alcune varietà sono lucidabili. È una roccia concrezionata, a struttura microcristallina; la sedimentazione delle concrezioni potrà risultare molto evidenziata da stratificazioni parallele a bande e zonature talvolta anche molto marcate determinate da variazioni di colore e porosità.

TUFO

Roccia sedimentaria piroclastica e coerente formata da lapilli. Dovrà essere di struttura litoide, compatta ed uniforme, dovrà essere escluso il tufo pomicioso e quello facilmente friabile. Modesta resistenza a compressione (30-50 kg/cm²), peso specifico di 1,3-1,5.

I prodotti di cui sopra dovranno rispondere a quanto segue:

1) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, essere conformi ai campioni di riferimento precedentemente selezionati. Dovranno, altresì, essere della migliore qualità, ed essere esenti di scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli, crepe, discontinuità o altri difetti che li potrebbero rendere fragili, poco omogenei e non adatti alla specifica funzione. Non saranno tollerati: stuccature, tasselli, rotture e scheggiature;

2) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni

di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

3) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale ed apparente, (misurata secondo);
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, (misurato secondo);
- resistenza a compressione, (misurata secondo);
- resistenza a flessione, (misurata secondo);
- resistenza all’abrasione, (misurata secondo);

4) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d’uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

Tabella 9.1 Proprietà fisiche delle pietre naturali

Rocce	Massa volumica (peso sp. app.) ton/m ³	Massa volumica appar. (peso in mucchio) ton/ m ³	Porosità assoluta % del volume	Porosità appar. volume %	Coefficiente d’imbibizione in peso %
a) intrusive					
Granito, Sienite	2,60-2,80	1,3-1,4	0,4-1,5	0,4-1,4	0,2-0,5
Diorite, Gabbro	2,80-3,00	1,4-1,5	0,5-1,6	0,5-1,5	0,2-0,4
b) effusive					
Porfido quarzifero,	2,55-2,80	1,3-1,4	0,4-1,8	0,4-1,5	0,2-0,7
Porfirite, Andesite					
Basalto, Melafiro	2,95-3,00	1,4-1,5	0,2-0,9	0,3-0,7	0,1-0,3
Rocce	Massa volumica (peso sp. app.) ton/m ³	Massa volumica appar. (peso in mucchio) ton/ m ³	Porosità assoluta % del volume	Porosità appar. volume %	Coefficiente imbibizione in peso %
c) detritiche					
Pomice	50-1,10	0,5-0,9	30-70	25-60	30-70
Tufo vulcanico	1,80-2,00	0,6-1,0	20-30	12-30	6-15
a) clastiche					
Arenaria	2,60-2,65	1,3-1,4	0,4-0,2	0,4-1,3	0,2-0,5
b) organogene					
Calcare tenero, inclusi i conglomerati	1,70-2,60	1,3-1,4	0,5-30	0,5-25	1,0-25
Calcare compatto	2,65-2,85	1,3-1,4	0,4-2,0	0,5-1,8	2,0-4,0
c) chimica					
Dolomia	2,30-2,85	1,3-1,4	0,4-2,0	0,5-1,8	2,0-4,0
Travertino	2,40-2,50	1,1-1,2	5,0-12	4,0-10	2,0-5,0
Gneiss	2,65-3,00	1,3-1,5	0,4-2,0	0,3-1,8	0,1-0,6
Scisti (lavagna)	2,70-2,80		1,6-2,5	1,4-1,8	0,5-0,6
Marmo	2,70-2,80	1,3-1,4	0,5-3,0	0,5-2,0	0,0-1,0
Quarziti	2,60-3,65	1,3-1,4	0,4-2,0	0,2-0,6	0,2-0,6

Tabella 9.2 Proprietà meccaniche delle pietre naturali

Rocce	Resistenza a rottura per compressione MPa	Resistenza a rottura per flessione MPa	Modulo di elasticità MPa	Tenacità (rest. all’urto) kgcm/cm2	Resistenza ad usura (refer. granito uguale ad 1)
Granito, Sienite	157-235	10-20	49.000-59.000	110-120	1
Diorite, Gabbro	167-295	10-21	78.400-98.000	130-180	1-1,5
Porfido quarzifero,	176-295	15-20	49.000-69.000	130-240	1-1,5
Porfirite, Andesite					
Basalto, Melafiro	245-395	12-25	88.000-118.000	160-300	1-2
Tufo vulcanico	5-20	0,7	9.800-29.500	---	---
Arenaria	120-200	4-9	30.000-40.000	150-260	
Calcare tenero	20-88	5-10	29.000-59.000	70-110	4-9
Calcare compatto	78-176	6-15	39.000-69.000	70-110	4-8
Travertino	20-60	4-10	24.500-49.000	60-100	7-12
Gneiss	157-275	---	49.000-69.000	40-100	1-2

Scisti (lavagna)	30-100	---	19.500-59.000	40-80	4-8
Marmo	100-176	6-15	39.000-69.000	70-100	4-8
Quarziti	145-295	---	49.000-69.000	110-180	1-1,5

65_MATERIALI PER PAVIMENTAZIONE E RIVESTIMENTI - GENERALITÀ

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli che potranno essere utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Per la realizzazione di integrazioni parziali o totali del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo specifico inerente l'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti verranno di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Tutti i prodotti dovranno essere contenuti in appositi imballi ed accompagnati da schede informative. I manufatti, prima della posa, andranno attentamente controllati avendo l'accortezza di mischiare i materiali contenuti in più imballi o appartenenti a lotti diversi.

65.1_Prodotti di pietre naturali o ricostruite

I prodotti che rientrano in questa categoria 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;
- elemento lapideo agglomerato ad alta concentrazione di agglomerati: elemento il cui volume massimo del legante risulterà minore del 21% nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima fino a 0,8 mm, e minore del 16%, nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima maggiore;
- blocco informe: blocco la cui conformazione non risulterà ridotta ad una forma geometrica regolare;
- blocco squadrato: blocco la cui conformazione risulterà ridotta ad una forma geometrica regolare tendenzialmente parallelepipedica, destinata a successivo taglio e segagione in lastre;
- lastra: elemento semilavorato avente una dimensione (lo spessore) notevolmente minore delle altre due (la lunghezza e la larghezza), determinato da due facce principali nominalmente parallele. In riferimento allo spessore si distinguerà in: sottile (spessore minore a 20 mm) o spessa (spessore maggiore di 80 mm); mentre, in riferimento agli strati di finitura superficiale si distinguerà in:
 - lastra a piano sega ovvero lastra la cui faccia a vista non avrà subito una lavorazione di rifinitura successiva alla segagione (ad es., lucidatura o bocciardatura);
 - lastra a paramento lavorato ovvero lastra la cui faccia a vista avrà subito una lavorazione di rifinitura successiva alla segagione;
 - lastra a spacco ovvero lastra con facce nello stato di finitura che si presenterà dopo l'operazione di spacco;
 - lastrame ovvero lastre con facce a piano naturale di cava.

A riguardo della conformazione planimetrica delle facce le lastre potranno distinguersi in:

- lastre da telaio ovvero con bordi laterali irregolari aventi conformazione planimetrica assimilabile ad un rettangolo;
- lastre informi ovvero con contorno irregolare, con facce indifferentemente lavorate;
- lastra rifilata: (definita anche marmetta) elemento lastriforme tagliato nella conformazione e nelle misure richieste per la posa in opera; a richiesta potrà essere calibrata (lavorata meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate). Le suddette lastre

potranno essere a misura fissa, a misura fissa di serie, a misura fissa a casellario o a correre (cioè di larghezza fissata e lunghezza non definita, variabile entro limiti stabiliti);

h) massello: elemento semilavorato non lastriforme di conformazione parallelepipedica. Il massello si potrà distinguere in: massello a spacco (avente cioè le facce ricavate con spacco cava); massello rifilato (con le facce ricavate con lavorazione meccanica); massello a correre (avente larghezza e spessore fissate e lunghezza non definita variabile entro limiti stabiliti);

i) cubetto: elemento semilavorato di forma pressoché cubica ottenuto, per spaccatura meccanica il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato. Tali materiali verranno distinti, a seconda della lunghezza in centimetri di detto spigolo nei seguenti assortimenti: 4/6, 6/8, 8/10, 10/12, 12/14 e 14/18; la tolleranza dovrà essere non superiore a 1 cm. i vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali tra loro. La superficie del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessive ruvidità. Le quattro facce laterali saranno ricavate a spacco e non segate, si presenteranno, pertanto, con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadro. I cubetti devono essere costituiti da porfidi, graniti basalti o da altre rocce particolarmente dure e tenaci, preferibilmente a grana non troppo fine. Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso con la tolleranza prevista. I cubetti dovranno rispondere alle norme prescritte dalla Circolare Ministeriale LL.PP. 13 gennaio 1955, n. 98.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture ecc., si rimanda alla norma UNI 9379 e UNI10330.

I prodotti sopra descritti dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto ecc.) ed a quanto prescritto nell'art. 9 "Pietre naturali o ricostruite" del presente Capo. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intenderà che le lastre grezze conterranno la dimensione nominale; le lastre finite, marmette ecc. avranno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno, qualora non diversamente specificato, rispondere ai Regi Decreti del 16 novembre 1939, n. 2234 e n. 2232 e alle norme CNR-UNI vigenti.

Le forniture dovranno essere fatte su pallets ed i prodotti, dovranno essere opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze estranee. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

66_COLORI E VERNICI - GENERALITÀ

Dovrà essere fatto obbligo all'appaltatore di utilizzare colori e vernici di recente produzione, che non presentino fenomeni di sedimentazione o di addensamento, gelatinizzazioni o di qualsiasi altro difetto. Dovranno essere forniti in cantiere in recipienti sigillati recanti l'indicazione della ditta produttrice, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e di conservazione del prodotto nonché la data di scadenza. L'appaltatore dovrà aprire i contenitori solo al momento dell'utilizzo ed in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto. La stessa D.L. potrà procedere anche a lavori iniziati a ulteriori controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. I prodotti, se non diversamente richiesto da indicazioni di progetto e/o prescrizioni della D.L., dovranno essere pronti all'uso (ad eccezione delle eventuali diluizioni previste dalle ditte produttrici seguendo i rapporti indicati o le specifiche prescrizioni della D.L.); dovranno assolvere le funzioni di protezione e/o decorazione, conferire alle superfici l'aspetto previsto dal progetto e mantenere tali proprietà nel tempo.

Per quanto riguarda i prodotti per la tinteggiatura di strutture murarie saranno da utilizzarsi esclusivamente, se non diversamente specificato, prodotti non pellicolanti secondo le definizioni delle norme UNI 8752-8758 recepite anche dalla raccomandazione NorMaL 04/85. I prodotti da utilizzarsi dovranno, in ogni caso, avere ottima penetrabilità, compatibilità con il supporto,

garantendogli buona traspirabilità; tali caratteristiche dovranno risultare indiscutibilmente prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Secondo la norma UNI/EDL 8752 si intendono con i termini:

- pittura: rivestimento riportato filmogeno avente potere coprente dotato di proprietà protettive e decorative ed eventualmente di proprietà tecniche particolari;
- tinta rivestimento riportato non filmogeno avente potere coprente dotato di proprietà decorative e non necessariamente di proprietà protettive o proprietà tecniche particolari;
- vernice: rivestimento riportato filmogeno trasparente, incolore o colorato. Tutti i prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI e UNICHIM vigenti.

In ogni caso i prodotti da utilizzarsi dovranno avere ottima penetrabilità e compatibilità con il supporto, così da garantire una buona traspirabilità. Tali caratteristiche dovranno risultare prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura e/o verniciatura di fabbriche, ovvero manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, o su manufatti soggetti ad interventi di conservazione e restauro, sarà obbligo procedere dietro specifica autorizzazione della D.L. e degli organi competenti. In questi casi dovrà essere assolutamente vietato utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una specifica autorizzazione della D.L., ovvero degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Per i prodotti di comune impiego dovranno essere osservate, salvo diverse precisazioni, le seguenti prescrizioni:

- a) olio di lino cotto: l'olio di lino cotto dovrà essere ben depurato, presentare un colore bruno rossastro perfettamente limpido, un odore forte ed amarissimo al gusto, essere scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. L'acidità massima ammessa dovrà essere in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93;
- b) acquaragia (senza essenza di trementina): solvente apolare usato come diluente di altri solventi o di vernici, o come solvente per resine sintetiche. Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e molto volatile. La sua densità a 15 °C dovrà essere di 0,87. È consigliabile il suo uso in ambiente aerato;
- c) bianco di zinco: il bianco di zinco dovrà presentarsi come polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco, non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più del 1% di altre impurità; l'umidità non dovrà superare il 3%. Dovrà essere utilizzato principalmente nella preparazione di prodotti vernicianti per interni;
- d) bianco di titanio: biossido di titanio dovrà presentare un ottimo potere coprente e opacizzante, normalmente presente nella quasi totalità dei prodotti vernicianti in tinta bianca;
- e) latte di calce: il latte di calce dovrà essere ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente grassello di calce fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra. Vi si potrà aggiungere la quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra. Per tinteggi, scialbatura o velature su murature di particolare valore storico- artistico dovrà essere vietato ricavare il latte di calce stemperando calce idrata in polvere.

66.1_Pigmenti

Potranno essere definiti pigmenti i materiali (di granulometria molto fine dell'ordine di millesimi di millimetro) che, già colorati di per sé, risulteranno in grado di colorarne altri, se applicati sopra, inglobati o meno in apposite matrici. La natura chimica determinerà le caratteristiche proprie del pigmento; il potere colorante dovrà essere in relazione alla capacità maggiore o minore di un pigmento di conferire colore, mentre il potere coprente dovrà essere in relazione alla capacità di un

pigmento di celare il supporto sottostante e dipenderà dalle caratteristiche stesse del pigmento. I pigmenti potranno essere di struttura chimica organica od inorganica (cioè minerale) e di origine naturale o artificiale. Per le superfici architettoniche risulteranno particolarmente adatti i pigmenti inorganici in quanto stabili al contatto con la calce presente nella tinta o nel supporto. I pigmenti di origine inorganica dovranno essere costituiti in prevalenza da composti dei metalli (ferro, manganese, rame, piombo, cromo ecc.); risulteranno più resistenti agli agenti atmosferici, più coprenti e più economici di quelli organici ma dotati di un minore potere colorante.

a) Ossidi di ferro: pigmenti puri ottenuti, attualmente, per via sintetica, stabili alla luce, agli agenti atmosferici, agli acidi, agli alcali alla calce e al cemento. I più comuni sono: ossido di ferro giallo, ossido di ferro rosso, ossido di ferro nero e ossido di ferro bruno. Tali ossidi risulteranno particolarmente indicati per la preparazione di tinte per calce e cemento, per la colorazione in pasta di cementi, calcestruzzi, malte per intonaci e stucchi, per la colorazione di granulati per tegole, asfalti e bitumi. Al fine di ottenere una buona dispersione, salvo diverse specifiche di progetto, l'ossido e gli altri materiali dovranno essere miscelati a secco, aggiungendo solo in seguito la quantità di acqua richiesta. Le percentuali d'uso potranno variare secondo l'intensità di tinta che si vorrà ottenere e al potere coprente del materiale in cui verranno miscelati, in ogni caso, salvo diverse specifiche, la percentuale non dovrà mai essere superiore al 10% in peso sulla massa.

b) Terre naturali: pigmenti che si rintracciano in natura con qualità specifiche di terrosità e finezza tali da essere impiegati come sostanze coloranti. Le terre coloranti dovranno contenere ossidi minerali di origine naturale, in mescolanze e percentuali variabili a seconda dei tipi (mediamente 20-40%, non saranno, in ogni caso, utilizzabili i depositi minerali che contengano ossidi in percentuale inferiore al

10%); le terre dovranno comporsi di un composto del ferro, un ossido, un idrossido, un silicato idrato. Le uniche terre che non sono a base di ferro sono le terre nere. La lavorazione delle terre coloranti, dopo che sono state estratte e asciugate si diversificherà a seconda della specifica tipologia; alcune verranno sbriciolate grossolanamente, separate dall'impurità e poi nuovamente macinate più o meno finemente (terre naturali) altre invece, cotte a temperature intorno ai 200-400 °C (terre bruciate): in questo modo si produrranno profonde alterazioni mineralogiche che daranno vita a differenti tonalità di colore. Le terre più comuni sono: terre gialle: idrossidi di ferro associati ad argille, il contenuto di minerali di ferro potrà variare tra il 15-20% e il 60-70%. Terre rosse il cui colore è imputabile alla presenza d'ossido rosso associato ad argille e silicati amorfi; la terra rossa si può, anche, ottenere dalla calcinazione a basse temperature (200-400 °C) di terre gialle. Il colore delle terre d'ombra è dovuto, invece, alla presenza di ossidi di manganese e di ferro dispersi su base argillosa; per calcinazione si potranno ottenere tonalità più scure.

Caratteristiche chimico-fisiche medie delle terre coloranti: peso specifico assoluto 4-5 gr/ml; massa volumica apparente 400-800 gr/lt; pH 3,5-6; ottima stabilità chimica alla luce, alla calce, all'umidità; insolubili sia in acqua sia in solventi inorganici.

Tabella 11.1 Pigmenti più utilizzati

Colore	Tipo di pigmento
Bianco	Latte di calce, Bianco San Giovanni, Bianco Spagna, Bianco Meudon, Bianco Zinco
Nero	Terra Nera Venezia, Nero Vite, Nero Manganese, Nero Roma
Bruno	Terra d'Ombra Naturale e Bruciata, Terra Colonia, Ocra Avana, Terra di Cipro
Giallo	Terre Gialle e Ocre Gialle, Terra Siena Naturale, Ocra Gialla
Rosso	Terra Rossa, Terra Siena Bruciata, Ocra Rossa, Cinabro Naturale, Rosso Ercolano
Verde	Terra Verde Nicosia, Verde Brentonico, Ossido di Cromo, Verde Cobalto
Azzurro	Azzurro di Cobalto, Blu Oltremare

66.2_Tinte

TINTE ALLA CALCE

Dovranno costituirsi di un'emulsione di calce idrata in fiore o di grassello di calce in cui verranno stemperati pigmenti inorganici naturali a base di terre coloranti, carbonati ed ossidi di ferro. L'indurimento e la stabilizzazione della tinta avverrà mediante reazione con anidride carbonica dell'aria che produrrà, con la simultanea cessione di acqua, un calcare similmente a quanto avviene per gli intonaci di calce area. Per ottenere un'omogenea dispersione dei colori i pigmenti (precedentemente calibrati sulla tinta voluta) dovranno essere prima miscelati a secco e poi, preventivamente, messi in bagno in una quantità d'acqua pari a circa il doppio del loro volume, lasciandoli riposare per ore. I pigmenti, prima di aggiungerli al latte di calce dovranno obbligatoriamente essere passati attraverso un setaccio, in modo da eliminare eventuali grumi. L'aderenza alle malte potrà essere migliorata con additivi quali colle artificiali, animali e vegetali o con limitate quantità di resina acrilica in emulsione acquosa (massimo 5-10%). I suddetti additivi, ovvieranno a difetti come il dilavamento e lo spolverio, aumentando la durata e la resistenza della calce in presenza di inquinamento atmosferico.

Le tinte alla calce potranno essere applicate anche su pareti intonacate di fresco; in questo caso come pigmenti dovranno essere utilizzate terre naturali passate al setaccio. Per interventi conservativi si potrà ricorrere a velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua in modo da affievolire il potere coprente, rendendo la tinta trasparente.

TINTE AI SILICATI

Dovranno costituirsi di un legante a base di silicato di potassio, di un silicato di sodio o da una miscela di entrambi gli elementi e da pigmenti esclusivamente inorganici (per lo più ossidi di ferro) trattati in maniera da essere stabili all'acidità ambientale. La tinta ai silicati potrà essere stesa, in linea generale, su qualunque tipo di supporto (escluso il gesso in ogni sua forma, intonaco, cartongesso ecc.), purché questo si presenti asciutto e accuratamente spolverato e a patto che si dispongano, a seconda della natura e dello stato di conservazione dello stesso, differenti ed idonei trattamenti preliminari. Per ovviare ai problemi di applicazione legati ai sistemi di coloritura ai silicati non stabilizzati sarà consigliabile l'utilizzo di tinte costituite da silicato di potassio in soluzione stabilizzata ed idrofobizzata. Queste tinte si differenzieranno da quelle tradizionali in quanto conterranno, oltre all'agente silicato di potassio legante, una dispersione sintetica resistente agli alcali, cariche, additivi reologici e antibiodeteriogeni; la quantità totale di sostanze organiche potrà raggiungere al massimo il 5% del peso, con riferimento al peso totale del prodotto finito. La dispersione sintetica contenuta in queste tinte organosilatiche non darà vita a pellicola e perciò non sarà considerata agente legante. La dispersione sintetica avrà soltanto una funzione reologica e protettiva subito dopo l'applicazione della tinta fino a che la "silicificazione" non progredisce in modo sufficiente. Sovente in questa seconda tipologia di tinta ai silicati non si fa uso di pigmenti bianchi (con elevato potere coprente) di conseguenza risultando semitrasparenti potranno rilevarsi valide alternative alla tinta alla calce specialmente in ambienti esterni particolarmente aggressivi sia dal punto di vista climatico che atmosferico.

Nel caso in cui non si aggiungano i pigmenti queste miscele acquose (massima diluizione 50%) di silicati di potassio in soluzione stabilizzati ed idrofobizzati potranno rilevarsi buoni prodotti impregnanti con funzioni di consolidamento e protezione specialmente per intonaci e laterizi. Di norma il tempo di essiccamento superficiale o al tatto (a +20 °C e 65% di UR) sarà di circa 2 ore, mentre ne occorreranno 24 per l'essiccamento in profondità.

Il legame chimico che si istituirà tra tinta ed intonaco sottostante è stabile, la tintura non risulterà soggetta a degradi di sfogliamento anzi, agirà da consolidamento del supporto. Le caratteristiche che dovranno possedere tali tinte saranno:

- ottima adesione al supporto;

- buona permeabilità al vapore;
- resistenza all'acqua;
- resistenza ai raggi ultravioletti;
- resistenza alle muffe;
- invecchieranno per progressiva erosione e dilavamento superficiale.

Le suddette tinte dovranno essere applicate a temperatura minima +8 °C massima +35 °C; umidità relativa dell'ambiente massima 85% e temperatura del supporto minima +5 °C massima +40 °C.

66.3_Pitture

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

PITTURE A COLLA O TEMPERA

Dovranno costituirsi di sospensioni acquose di pigmenti, cariche (calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati), e leganti a base di colle naturali (caseina, colla di pesce, latte, colla di farina ecc.) o sintetiche (colle viniliche, acriliche o di altro tipo di sintesi). Dovranno essere, preferibilmente, utilizzate su pareti interne intonacate perfettamente asciutte. In relazione alle modalità realizzativi questa pittura potrà essere suddivisa in tre tipi: quella che si ottiene "stemperando" i colori in acqua e aggiungendo in un secondo momento il legante (ovvero la colla); quella che si ottiene tinteaggiando con pigmenti precedentemente stemperati in acqua e poi a soluzione asciutta vaporizzando soluzioni molto diluite di colla e quella ottenuta dalla stesura della miscela ottenuta dall'impasto unico di colla colori ed acqua.

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

PITTURE AD OLIO

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

PITTURE CEMENTIZIE

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

si proceda alla tinteggiatura di fabbriche come manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, ovvero su manufatti sottoposti ad interventi di conservazione e restauro, l'utilizzo di pitture cementizie dovrà essere vietato.

PITTURE EMULSIONATE

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

IDROPITTURA (PITTURA ALL'ACQUA, PITTURE LAVABILI) A BASE DI COPOLIMERI ACRILICI

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

BOIACCA PASSIVANTE

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

66.4_Vernici

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

VERNICI NATURALI E SINTETICHE

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

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

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

SMALTI

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

VERNICE ANTIRUGGINE E ANTICORROSIVE

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

67_ADDITIVI

Gli additivi per malte e calcestruzzi dovranno essere sostanze chimiche che, aggiunte in dosi calibrate, risulteranno capaci di modificarne le proprietà (lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione ecc.). Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del

produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Gli additivi dovranno, inoltre, possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (UNI 7101, UNI EN 480/2-10) e dal DM 26 marzo 1980. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla norma UNI EN 934-4/2001. Gli additivi sono classificati in funzione alle loro proprietà:

a) fluidificanti: (norma UNI 7102, 7102 FA 94-80) migliorano la lavorabilità dell'impasto, tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendo, in questo modo, l'attrito nella fase di miscelazione e di conseguenza la quantità d'acqua (riduzione rapporto. acqua- cemento del 5%) vengono denominati anche riduttori d'acqua. I fluidificanti potranno essere miscelati tra loro in svariati modi (ad es. fluidificanti-aeranti UNI 7106, 7106 FA 96-80, fluidificanti-ritardanti UNI

7107, 7107 FA 97-80, fluidificanti-acceleranti UNI 7108, 7108 FA 98-80);

b) superfluidificanti: (norma UNI 8145, 8145 FA 124-83) permettono un'ulteriore diminuzione dell'acqua nell'impasto rispetto ai fluidificanti normali, rapporto di riduzione acqua-cemento fino al 20-40%. Sono, in genere, costituiti da miscele di polimeri di sintesi mischiati con altre sostanze come la formaldeide.

c) porogeni-aeranti: (norma UNI 7103, 7106 FA 96-80) in grado di creare micro e macro bolle d'aria ad elevata stabilità all'interno della massa legante 0,30-0,60 kg per 100 kg di legante saranno sufficienti per ottenere un'introduzione di aria del 4-6% (limite massimo di volume di vuoto per calcestruzzi al fine di mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili); per rinzaffi ed arricci di intonaci macroporosi deumidificanti la percentuale d'aria dovrà salire fino al 30-40%. Questo tipo di additivo risulterà in grado di facilitare, prima della presa, la lavorabilità nonché evitare la tendenza alla essudazione ovvero sia il processo di sedimentazione della malta fresca nel periodo precedente all'indurimento. Il limite di questo additivo risiede nel progressivo riempimento delle microbolle con materiali di idratazione;

d) acceleranti: (norma UNI 7105) agiscono sull'idratazione aumentandone la velocità, si distinguono in acceleranti di presa ed acceleranti di indurimento. I più comuni sono costituiti da silicato o carbonato di sodio e/o di potassio, cloruro di calcio (additivo antigelo uni 7109);

e) ritardanti: (norma UNI 7104, 7104 FA 95-80) loro scopo è ritardare l'idratazione quindi la presa al fine di consentire un tempo più lungo di lavorabilità, potranno essere di origine organica e inorganica;

f) plastificanti: sostanze solide allo stato di polvere sottile di pari finezza di quella del legante, miglioreranno la viscosità, la stabilità e l'omogeneità dell'impasto aumentando la coesione tra i vari componenti e diminuendo lo spurgo dell'acqua;

g) espansivi: (norma UNI 8146-8149) gli agenti espansivi comprendono un ampio ventaglio di prodotti preconfezionati (prevalentemente di natura organica) che, pur non essendo propriamente additivi potranno, in qualche misura rientrare ugualmente nella categoria. Le caratteristiche principale e quella di essere esenti da ritiro.

68_MATERIALI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEO-TESSUTI, TESSUTI-NON-TESSUTI)

I prodotti del presente articolo, dovranno essere considerati 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 della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

SIGILLANTI

La categoria dei sigillanti comprenderà i prodotti impiegati per colmare, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle

partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale verranno applicati;
- diagramma forza-deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intese come decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tali da non pregiudicarne la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato allorché il prodotto risponderà agli elaborati di progetto od alle norme UNI 9611, UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN 28339, UNI EN 28340, UNI EN 28394, UNI EN 29046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si farà rimando ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

ADESIVI

La categoria degli adesivi comprenderà i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche ecc. dovute alle condizioni ambientali ed alla destinazione d'uso. Saranno inclusi in questa categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso ecc.); non saranno, invece, inclusi fuori gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, gli adesivi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale si applicheranno;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato quando il prodotto risponderà alle seguenti norme UNI:

- UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti di pavimentazioni e di pareti;
- UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle;
- UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.

In alternativa, ovvero in aggiunta il soddisfacimento delle prescrizioni predette, si intenderà attestato allorché il prodotto risulterà in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

GEO-TESSUTI

La categoria dei geo-tessuti comprenderà i prodotti, ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestere e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

- tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito

e trama);

– non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Salvo diverse specifiche presenti negli elaborati di progetto, ovvero negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti se risponderanno alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;
- spessore: $\pm 3\%$;
- resistenza a trazione(non tessuti: UNI 8279-4);
- resistenza a lacerazione(non tessuti: UNI 8279-9; tessuti 7275);
- resistenza a perforazione con la sfera(non tessuti: UNI 8279-11; tessuti: UNI 5421);
- assorbimento dei liquidi(non tessuti: UNI 8279-5);
- ascensione capillare(non tessuti: UNI 8279-7);
- variazione dimensionale a caldo(non tessuti: UNI 8279-12);
- permeabilità all'aria(non tessuti: UNI 8279-3);

Nota per il compilatore: completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di geotessuto facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà confermato allorché il prodotto risponderà alle norme UNI sopra indicate ovvero sarà in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Dovrà, inoltre, essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

TESSUTI-NON-TESSUTI

Prodotti composti da sottili filamenti di Polipropilene stabilizzato ai raggi U.V., saldati tra loro per termo- pressione. Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

69_SOLVENTI

La scelta del solvente rappresenta di norma un compromesso tra esigenze diverse: potere solvente, stabilità, non corrosività, tossicità ed infiammabilità. Considerando i parametri di solubilità (ovvero fs forze di dispersione, fp forze polari e fh forze di legame a Idrogeno) dei solventi organici sarà 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, e 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 sicurezza individuali) adeguati a protezione della pelle, degli occhi, del viso e delle vie respiratorie.

I solventi potranno essere suddivisi in due sottocategorie ovvero: solventi polari e solventi apolari.

– Acetato di amile solvente polare aprotico, penetrante volatile a media ritenzione. Ottimo per la rimozione di resine nitrocellulosiche, resine naturali non invecchiate, resine sintetiche. Infiammabilità +25 °C.

– Acetato di butile solvente polare aprotico, penetrante volatile a bassa ritenzione. Molto efficace per la rimozione di resine nitrocellulosiche, resine naturali non invecchiate, resine sintetiche. Infiammabilità +22 °C.

– Acido acetico liquido incolore di odore pungente, miscelabile con acqua. In forma concentrata (a titolo superiore al 99%) e detto acido acetico glaciale (congela a temperatura ambiente) solvente a pH acido utilizzabile per la pulitura di patine carbonatiche o per la pulitura di superfici affrescate. Tf = 16,6°C; Teb = +118,1 °C.

– Acetato di etile solvente polare aprotico, penetrante volatile a bassa ritenzione di odore gradevole e caratteristico. Ottimo per la rimozione di resine nitrocellulosiche, resine naturali non invecchiate, resine sintetiche. Infiammabilità –3 °C.

– Acetone anidrite solvente polare, volatile atossico utilizzabile sia per la rimozione di olii, cere, grassi, resine naturali e sintetiche, inchiostri e per diluizione di vernici e prodotti a base di resine sintetiche protettive e/o consolidanti. Presenta un ottimo potere solvente, miscibile con molti liquidi può essere impiegato come solvente intermedio. Tf = –94 °C; Teb = +56,5 °C; Ve (relativa all'etere) = 1,9; ds = 10,0.

– Acqua ragia minerale solvente apolare utilizzato come diluente di altri solventi o di vernici ovvero come solvente per resine. La versione dearomatizzata presenterà una tossicità inferiore; sarà, comunque, consigliabile utilizzarlo in ambiente areato.

– Alcool benzilico solvente a moderata tossicità, attivo per la rimozione di resine naturali e sintetiche, nonché per alcune sostanze di natura proteica. Valida alternativa alla dimetilformammide.

– Alcool butilico solvente polare protico, non molto volatile, a media ritenzione e media penetrazione. Buon potere solvente verso grassi, olii, resine naturali, comprese coppali e gommalacca.

– Alcool etilico denaturato 99% (Etanolo) solvente polare protico atossico risulta infiammabile, volatile e miscibile con acqua, acetone, etere usato efficace per la rimozione di resine naturali, comprese coppali e gommalacca. Tf = –117 °C; Teb= +78,3 °C; Ve (relativa all'etere)=7; ds=12,7.

– Alcool isopropilico solvente polare protico atossico impiegabile per la diluizione di reattivi, protettivi e consolidanti.

– Benzina rettificata 100/140 solvente idrocarburico apolare mediamente volatile utilizzato per la rimozione di cere, paraffina, bitumi e grassi. Per benzina si intende miscele di idrocarburi saturi o limitatamente insaturi, più o meno ramificati, che si raccolgono nelle frazioni basso bollenti del petrolio (da 30 a 200 °C).

– Cloroformio liquido limpido, incolore, volatile di odore etereo, tossico. Ottimo solvente per oli, resine e grassi. Come tutti i solventi clorurati deve essere protetto dalla luce del sole. Data la sua tossicità se ne consiglia un uso limitato e controllato. Teb = +61,3 °C; Ve (relativa all'etere) = 2,2; ds = 9,3

– Cloruro di metilene solvente apolare volatile presenta una forte azione su materiali grassi, media azione su resine naturali. Al fine di diminuire la volatilità può essere impiegato in miscela con materiali addensanti.

– Diacetone alcool solvente incolore, inodore, mediamente polare tossico miscibile con acqua, presenta un punto di ebollizione elevato ed un buon potere solvente nei confronti di resine e alcune

sostanze proteiche e polisaccaridiche. Data la sua tossicità se ne consiglia un uso limitato e controllato.

– 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 per vernici nitro e sintetiche in generale, olii ed alcuni materiali proteici.

– Dimetilformammide solvente polare aprotico altamente tossica, di odore sgradevole, miscibile con acqua, esteri, alcoli, etere, chetoni, idrocarburi aromatici e clorurati. Solvente indicato per moltissimi polimeri fra cui, resine epossidiche, poliuretaniche, e viniliche. Data la sua alta tossicità se ne consiglia un uso limitato e controllato adottando le massime precauzioni di manipolazione ed aerazione.

– Esano denaturato idrocarburo alifatico di odore leggero, volatile. Ottimo solvente per cere, grassi, vernici. $T_f = -95\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{eb} = +69\text{ }^{\circ}\text{C}$.

– Essenza di petrolio solvente apolare usato come diluente di altri solventi o di vernici, come solvente per resine o per saturare, temporaneamente, un colore. Non lascia residui evaporando. La versione dearomatizzato presenterà una tossicità inferiore; sarà, comunque, consigliabile utilizzarlo in ambiente areato.

– Essenza di trementina solvente apolare, incolore la versione rettificata debolmente giallo la versione pura, di odore caratteristico, efficace sia come diluente per colori ad olio sia per la rimozione di vernici, grassi e parzialmente cere e paraffine.

– Etere etilico composto organico ottenuto per disidratazione dell'alcool etilico con acido solforico. Liquido incolore, di odore pungente, pochissimo miscelabile con acqua miscibile con solventi organici molto volatile e molto infiammabile. Utilizzabile come solvente per grassi, resine, cere e gomme. $T_f = -$

$116\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{eb} = +34,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

– Etil laccato solvente ottimo per la diluizione e la rimozione di colori e vernici. Utilizzabile come ottima alternativa al più tossico xilolo nella pulitura di superfici policrome.

– Limonane solvente polare atossico con elevato potere sgrassante, utilizzabile in percentuale opportuna insieme ad altri così da ottenere miscele di polarità calcolata, ad es. come alternativa al diluente nitro o la clorotene.

– Ligroina solvente idrocarburo apolare impiegato tal quale o come diluente per altri solventi e per la pulitura di manufatti policromi. Valida alternativa all'essenza di petrolio.

– Meilpirrolidone solvente ammidico penetrante, mediamente polare, nocivo, solvente molto forte per vernici, polimeri acrilici e resine; miscibile con essenza di petrolio, white spirit, alcool etilico. Solubile in acqua si rileva un ottimo sostituto della dimetilformammide.

– Metiletilchetone solvente polare aprotico penetrante, incolore con odore caratteristico (simile all'acetone). Omologo superiore all'acetone presenta, rispetto a quest'ultimo, una minore volatilità. Impiegabile per la rimozione o la diluizione di olii, cere, resine naturali e sintetiche (epossidiche, fenoliche, acriliche ecc.), inchiostri. $ds = 9,3$.

– Toluene, Toluolo solvente apolare, di odore caratteristico (simile al benzene) ottimo per la rimozione di resine naturali fresche, resine sintetiche, olii, grassi, cere e paraffine. Esente da benzene, contiene il 10% di dicloropropano. $T_{eb} = +110,6\text{ }^{\circ}\text{C}$; V_e (relativa all'etere) = 4,5; $ds = 8,9$.

– Tributilsolfato liquido leggero, incolore, inodore, stabile. Impiegato come agente bagnante prima dell'iniezione delle malte per affreschi ed intonaci murali, può essere impiegato anche come coadiuvante per la macinazione dei pigmenti e per facilitare la dispersione degli stessi in acqua. Miscibile con la maggior parte dei solventi e diluenti si rileva un buon solvente per lacche, resine viniliche ed inchiostri. È inoltre un sequestratore per solfati, 1 ml si scioglie in circa 165 ml di acqua.

– Tricloroetano liquido limpido, incolore, di odore eterico caratteristico. Solvente non infiammabile ottimo per oli, grassi, cere e resine sia naturali che artificiali. È moderatamente volatile e offre scarsi

fenomeni di ritenzione.

– Tricloroetilene (triellina) liquido limpido, di odore caratteristico che ricorda il cloroformio. Buon solvente per olii, grassi, cere, bitumi. Impiegato per la pulitura e grassaggio di metalli e tessuti. Presenta, inoltre, un effetto insetticida.

– Xilene, Xilolo solvente apolare aprotico, di odore caratteristico ottimo per la rimozione di resine naturali fresche, resine sintetiche, olii, grassi, cere e paraffine. Esente da benzene, contiene il 10% di dicloro propano. $ds = 8,8$.

– White spirit (ragia dearomatizzato) miscela di idrocarburi, liquido limpido di odore caratteristico. Insolubile in acqua ma miscibile con la maggior parte dei solventi organici.

Le miscele più utilizzate saranno le cosiddette miscela 2A formata da acqua, ammoniaca (al 6%); miscela 3A formata da acqua, acetone, alcool etilico puro (di norma in rapporto 1:1:1), miscela 4A formata da acqua, acetone, alcool etilico puro, ammoniaca al 6% (in rapporto 1:1:1:1). Tutti i rapporti indicati sono da considerarsi orientativi e potranno essere modificati ribilanciando i componenti.

Nota per il compilatore: l'abbreviazione Tf indica la temperatura di fusione; Teb indica la temperatura di ebollizione; Ve indica la velocità di evaporazione relativa all'etere; ds indica il parametro di solubilità.

70_MATERIALI PER LA PULIZIA DI 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.

70.1_Acqua per lavori di puliture

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.

70.2_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.

70.3_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/m² massimo 110 gr/m². 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.

70.4_Prodotti chimici

A causa della dannosità e della difficoltà di controllo dell'azione corrosiva innescata dai reagenti chimici dovrà essere cura dell'appaltatore operare con la massima attenzione e cautela, nel pieno rispetto di leggi e regolamenti; l'uso di suddetti prodotti dovrà, pertanto, obbligatoriamente, essere prescritto da specifica autorizzazione della D.L. e circoscritto a quelle zone dove altri tipi di prodotti (ossia di procedure di pulitura) meno aggressivi non siano stati in grado di rimuovere l'agente patogeno.

Se non diversamente specificato, sarà cura dell'appaltatore utilizzare formulati in pasta resi tixotropici da inerti di vario tipo (quali carbossilmetilcellulosa, polpa di carta, argille assorbenti, od altro materiale) che dovranno essere convenientemente diluiti, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L.

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 "captare" 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).

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 una 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;
- 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 (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 (Na_4HCO_3);
- 50 g di bicarbonato di sodio (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 (NH_4OH) o trietanolammina ($\text{C}_3\text{H}_4\text{OH}_3\text{N}$) 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.

70.5_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 decomorsi 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 i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco.

70.6_ *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 edoli;
- 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.

70.7_ *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.

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 riagggregante.

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 nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

70.8_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 cellulosici e solvent-gel. La scelta di gelificare un solvente con un addensante cellulosico 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 cellulosici 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 CELLULOSICI

Supportanti inerti 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 (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 cellulosico 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 (art. 15.4 "Prodotti chimici"). L'aggiunta del solvente scelto e di poche gocce d'acqua provocano il rigonfiamento del sistema e la formazione del gel.

70.9_Polpa di cellulosa

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 nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

70.10_Argille assorbenti

La sepiolite, ovverosia fillosilicato idrato di magnesio, appartiene al gruppo strutturale della paligorskite, dovrà risultare capace di impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie oggetto di intervento. La granulometria dell'argilla dovrà essere di almeno 100-220 Mesh, dovrà, altrettanto, essere in grado di assorbire una grande quantità di liquidi (110-130%) in rapporto al suo peso (un chilogrammo di sepiolite dovrà risulterà capace di assorbire 1,5 kg d'acqua senza aumentare di volume). 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).

I suddetti prodotti dovranno essere preparati diluendoli esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere un "fango" a consistenza pastosa (con notevoli caratteristiche tixotropiche) in modo da consentirne la lavorazione in spessori di 2-3 cm.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

70.11_Impacchi biologici

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. I suddetti impacchi dovranno essere a base di argille assorbenti, contenenti prodotti a base ureica così composti:

- 1000 cc di acqua;
- 50 g di urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$);
- 20 cc di glicerina ($(\text{CH}_2\text{OH})_2\text{CHOH}$).

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm da coprire con fogli di polietilene. I tempi di applicazione saranno stabiliti dall'appaltatore sotto il controllo della D.L. in base a precedenti prove e campionature.

70.12_Apparecchiatura laser

L'apparecchiatura selettiva Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) ad alta precisione è utile per asportare depositi carbogessosi da marmi e da materiali di colore chiaro, oltre che depositi e patine superficiali da legno, bronzo, terrecotte ed intonaci.

Lo strumento sarà principalmente composto da due elementi: il gruppo laser ed il gruppo di raffreddamento. Il gruppo laser se separato dal gruppo di raffreddamento, dovrà essere allocato in idonea struttura concepita appositamente per le condizioni di cantiere (dotazione di ruote con

gomme gonfiabili, anello di sollevamento ecc.).

Il raggio, secondo il tipo di apparecchio, potrà essere condotto sulla superficie da pulire utilizzando un braccio meccanico snodato (dotato, all'interno degli snodi, di una serie di specchi) della lunghezza di circa 2 m terminante con un utensile che l'operatore governa a mano per indirizzare il raggio sulla superficie o un sistema a fibre ottiche che conducono il raggio sino ad una pistola che verrà utilizzata direttamente dall'operatore (la distanza tra apparecchio e superficie dipenderà dalla lunghezza delle fibre ottiche utilizzate, normalmente si aggirerà sui 10-15 m); su questa sorta di pistola dovranno essere posizionati i sistemi di regolazione dell'emissione laser (più precisamente la regolazione dell'emissione di energia, la modulazione della frequenza di emissione graduabile in termini di colpi al secondo, e la focalizzazione del raggio sulla superficie del manufatto da pulire). L'apparecchio dovrà, in ogni caso, possedere buone doti di maneggevolezza, avere la possibilità di poter utilizzare diverse lunghezze d'onda (oltre alla classica 1064 anche 532, 355, 266 nm), di regolare l'emissione di energia per impulso (di norma variabile da 80 mJ a 900 mJ), la modulazione delle frequenze di emissione degli impulsi (di norma 1/2/5/10/20/50 Hz), la focalizzazione del raggio sulla superficie del manufatto da pulire.

Le apparecchiature laser potranno utilizzare essenzialmente due diversi regimi di funzionamento che corrisponderanno a diverse durate temporali di impulso:

- modalità Q-Switching ad impulso corto (4-10 ns) atto alla rimozione diretta del deposito;
- modalità Free Running con impulso lungo (200-1000 ms) con energie incidenti controllate, atte semplicemente a staccare il deposito dal substrato, da rimuovere successivamente con altre tecniche (bisturi).

Apparecchi di nuova generazione o in via di sperimentazione si collocano in una regione di durata di impulso intermedia ovvero short free running.

L'apparecchiatura dovrà, essere esclusivamente utilizzata da personale altamente specializzato in grado di valutare attentamente i risultati ottenuti, eventualmente variando di volta in volta i parametri esecutivi ed applicativi (lunghezza d'onda, durata, ripetizione degli impulsi, energia del flusso, sezione trasversale, convergenza del fascio). In questo modo il laser potrà essere tarato in modo da ottenere risultati specifici (autolimitazione, selettività, discriminazione).

Le caratteristiche richieste all'apparecchiatura laser in relazione sia allo specifico utilizzo (pulitura di croste nere, depositi calcarei su reperti archeologici, incrostazioni su vetrate artistiche, disciolti su affreschi ecc.) sia al materiale (marmo, arenaria, calcare, intonaco affresco, vetro ecc.) dovranno essere le seguenti:

modello;
lunghezza d'onda (nm).....;
energia/frequenza (mJ/ mm);
frequenza d'impulsi (Hz);
diametro spot (mm);
angolo di divergenza del fascio in relazione alla lunghezza d'onda;
durata impulso in relazione alla lunghezza d'onda (ns);
dimensione testa laser (mm);
peso testa laser (kg);
dimensioni unità alimentazione (mm);
dimensioni unità di raffreddamento (mm);
peso unità di raffreddamento (kg);
sistema di trasmissione del fascio;
lunghezza cavo (tra testa del laser ed unità di raffreddamento) (m);
massima altezza operativa (tra testa del laser ed unità di raffreddamento) (m).....

Nota per il compilatore: completare la scheda e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare, per ogni apparecchiatura

laser (ovvero per ogni tipologia di utilizzo), le caratteristiche, i valori accettazione e gli eventuali metodi di controllo facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

70.13_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 apparecchi murari. Presenta forti capacità ossidanti; potrà essere causa di sbiancamenti del substrato, ed agirà esclusivamente per contatto diretto. La sua azione non durerà nel tempo.

2) Ipoclorito di sodio (varechina) utilizzato in soluzione acquosa al 2%-7% per asportare alghe e licheni. La varechina potrà essere causa di sbiancamenti del materiale lapideo; inoltre, se non verrà interamente estratta dal materiale lapideo ne potrà determinare l'ingiallimento.

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 (OPPN_a) 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.

3) Penta-clorofenolo (PCP) ed i suoi sali sodici (PCPN_a) 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 disinfestazione 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 sviluppo.

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, licheni e muschi presenta una azione preventiva per circa 1-2 anni. Da utilizzare preferibilmente in area archeologica.

4) Picloram erbicida non selettivo da impiegare per il controllo della vegetazione, dovrà, pertanto, essere impiegato con estrema cautela e solo dietro specifiche indicazioni della D.L. e degli organi di tutela del bene oggetto di trattamento.

5) Glyphosato diserbante sistematico da utilizzare per sopprimere licheni e piante superiori in soluzioni acquose al 2%. È l'unica molecola in grado di devitalizzare alla radice infestanti come gramigna e rovo. Dovrà essere applicato nel momento di massimo rigoglio vegetativo. Non presenterà, una volta terminato il trattamento, composti residui.

Tabella 14.1 Tabella riassuntiva dei biocidi e dei loro campi di applicazione

Biocidi	Alghe	Licheni	Funghi	Batteri	Piante
Perossido di idrogeno 120 vol.	+++	++	-	++	-
Benzetonio cloruro	+++	++	-	++	-
Di-clorofene	+++	++	+	-	-
Penta-clorofenolo	+++	-	++	++	-
Formalina	+++	+++	++	+++	+
Fluometuron	+++	++	++	-	-
Simazina	-	++	+++	-	+++
Glyphosato	-	+++	-	-	+++

I criteri d'accettazione dei biocidi dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 75 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

71_MATERIALI IMPREGNANTI - GENERALITÀ

La procedura di impregnazione dei materiali costituenti le superfici esterne dei fabbricati sarà rivolta a tutelare le strutture architettoniche (ovvero archeologiche) da attacchi da agenti patogeni siano essi di natura fisica (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) che chimica (che si effettuerà mediante idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche). I "prodotti" da utilizzarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzati quali pre-consolidanti, consolidanti e protettivi. All'appaltatore sarà, vietato utilizzare prodotti impregnanti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, nonché fare uso generalizzato delle suddette sostanze. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

La scelta dei suddetti prodotti dovrà riferirsi alla natura e alla consistenza delle superfici che potranno presentarsi: privi di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace ovvero con pietra a vista tenera e porosa; privi di rivestimento in cotti a vista albas e porosi, mezzanelli (dolci o forti) o ferrioli; esenti di rivestimento in calcestruzzo; rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori di restauro o, infine, rivestite con intonaco e coloriture preesistenti al restauro.

Altri fattori che dovranno influenzare la scelta delle sostanze impregnanti dovranno essere quelli risultati a seguito della campagna diagnostica condotta, necessariamente, dall'appaltatore secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NorMaL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni fornitura dovrà, in ogni caso, essere sempre accompagnata da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad eseguire. In specifico, le peculiarità richieste, in relazione al loro utilizzo, saranno le seguenti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi U.V.;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità dalla reazione di indurimento;
- facilità di applicazione;
- solubilizzazione dei leganti.

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 dovrà essere fatto riferimento alle norme UNI vigenti.

71.1_Impregnanti per il consolidamento

I prodotti impregnati da impiegarsi per il consolidamento e/o la protezione dei manufatti architettonici od archeologici, salvo eventuali prescrizioni o specifiche inerenti il loro utilizzo, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;

- resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- -spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza dar vita a sottoprodotti di reazione pericolosi (quali ad es. sali superficiali);
- capacità di fare traspirare il materiale così da conservare la diffusione del vapore;
- penetrazione in profondità così da evitare la formazione di pellicole in superficie;
- “pot-life” sufficientemente lungo tanto da consentire l’indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto.

I prodotti consolidanti più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici, dei composti a base di silicio e dei composti inorganici la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate.

COMPOSTI ORGANICI

A differenza dei consolidamenti inorganici, che basano il loro potere consolidante sull’introduzione nel materiale di molecole simili a quelle del substrato lapideo naturale o artificiale con il quale devono legarsi, i consolidamenti organici eserciteranno la loro azione mediante un elevato potere adesivo, capace di saldare tra loro i granuli decoesi del materiale lapideo.

Questi composti, in gran parte dotati anche di proprietà idrorepellente e quindi protettive, saranno per lo più polimeri sintetici noti come “resine” le quali opereranno introducendosi all’interno del sistema capillare dei materiali dove si deporranno successivamente all’evaporazione del solvente (soluzione) o del veicolo (emulsioni) che le racchiude, dando vita ad una rete polimerica che circonda le particelle.

I suddetti composti potranno essere termo-plastici o termo-indurenti: i primi sono costituiti da singole unità polimeriche (sovente con struttura quasi lineare) non stabilmente legate una con l’altra ma connesse solo da deboli forze. Tali polimeri garantiranno una buona reazione ad urti e vibrazioni, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale; manterranno, inoltre, una certa solubilità che ne garantirà la reversibilità, saranno, in genere adoperati per materiali lapidei, per le malte e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli); la loro applicazione avverrà distribuendo una loro soluzione (ovvero anche un’emulsione acquosa) magari associando altri componenti (tensioattivi, livellanti ecc.), la successiva evaporazione del solvente lascerà uno strato più o meno sottile di materiale consolidante. I polimeri termoplastici risulteranno spesso solubili in appropriati solventi (sovente funzionalizzanti come chetoni, idrocarburi clorurati, aromatici ecc.) e potranno essere, all’occorrenza plasmati attraverso un idoneo riscaldamento.

I prodotti termoindurenti (costituiti da catene singole che però sono in grado di legarsi fortemente tra loro dando vita ad una struttura reticolare che interessa tutta la zona di applicazione) avranno, al contrario, solubilità pressoché nulla, risulteranno irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all’azione dei raggi U.V.; saranno, di norma, impiegati come adesivi strutturali. Al fine di migliorare il grado di reticolazione e di conseguenza le caratteristiche di aderenza può risultare utile operare una preliminare operazione di deumidificazione del supporto di applicazione.

RESINE ACRILICHE

Le resine acriliche sono composti termoplastici ottenuti dalla polimerizzazione di esteri etilici e metilici dell’acido acrilico e dell’acido meacrilico. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti abbastanza ampi in relazione al monomero (ovvero ai monomeri, se copolimeri) di partenza e la peso molecolare del polimero. La maggior parte delle resine acriliche liberano i solventi con una certa difficoltà e lentezza, pertanto un solvente ad evaporazione rapida come l’acetone (in rapporto

1:1), fornisce, generalmente, risultati migliori rispetto ad altri solventi tipo toluolo e xilolo (che inoltre presentano un grado di tossicità più elevato). Questa classe di resine presenterà una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento. Il loro potere adesivo è buono grazie alla polarità delle molecole, ma essendo polimeri termoplastici, non potranno essere utilizzati come adesivi strutturali; il limite risiede nella scarsa capacità di penetrazione, sarà, infatti, difficile raggiungere profondità superiori a 0,5-1 cm (con i solventi alifatici clorurati si possono ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà, però a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, inoltre, sempre in presenza di acqua, tenderanno a dilatarsi pertanto, risulteranno adatte per superfici interne o quantomeno per superfici non direttamente esposte agli agenti atmosferici.

Resine acriliche solide: tra le resine acriliche da utilizzare in soluzione, se non diversamente specificato da indicazioni di progetto, si può ricorrere ad una resina acrilica solida a base di Etil-metacrilato/metil-acrilato fornita in scaglie diluibile in vari solventi organici tra i quali i più usati sono diluente nitro, acetone, clorotene, sarà anche miscibile con etanolo con il quale formerà una soluzione lattiginosa e film completamente trasparente. Questa resina grazie all'eccellente flessibilità, trasparenza, resistenza agli acidi, agli alcali, agli oli minerali, vegetali e grezzi, alle emanazioni dei prodotti chimici ed al fuoco può essere impiegata per il consolidamento di manufatti in pietra, legno, ceramica e come fissativo ed aggregante superficiale di intonaci ed affreschi interni. In linea generale la preparazione della soluzione dovrà seguire i seguenti passaggi: unire per ogni litro di solvente scelto dalla D.L. a seconda del tipo di intervento, da 20 fino a 300 g di resina solida, in un contenitore resistente ai solventi. Il solvente dovrà essere messo per primo nel recipiente di diluizione e mentre verrà tenuto in agitazione, si inserirà gradualmente la resina fino a perfetta soluzione. Sarà consigliabile tenere in agitazione la miscela ed operare ad una temperatura di oltre 15°C così da evitare che i tempi di dissoluzione siano troppo lunghi. Dovranno, inoltre, essere evitate le soluzioni superiori al 30% perché troppo vischiose. Se richiesta dagli elaborati di progetto potranno essere aggiunti nella soluzione quali agenti opacizzanti: cera microcristallina (fino al 47% del solido totale) o silice micronizzata (fino al 18% del solido totale). Orientativamente le percentuali di resina utilizzate p/v potranno essere: 2-5% per il preconsolidamento di elementi lapidei; 10% per il consolidamento del legno e per la verniciatura fissativa a spray di dipinti; 20% per il fissaggio di frammenti di pietra, stucco decoeso, tessere di mosaico ecc. mediante fazzoletti di garza di cotone; 30% per il fissaggio di scaglie in pietra o laterizio. I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

RESINE EPOSSIDICHE

A questa categoria appartengono prodotti a base di resine epossidiche liquide che presenteranno le seguenti caratteristiche: bassa viscosità, elevato residuo secco, esenti da solventi con reattività regolare, polimerizzabile a temperatura ambiente (12-15 °C) ed in presenza di umidità. Questa classe di resine presenterà, inoltre, elevate caratteristiche di resistenza chimica (soprattutto agli alcali), meccanica e di adesione così da consentire il ripristino dell'omogeneità iniziale delle strutture lesionate. L'applicazione potrà avvenire a pennello, a tampone, con iniettori in ogni caso sotto stretto controllo dal momento che presenteranno un limitato pot-life. L'elevate caratteristiche meccaniche (in genere non compatibili con i materiali lapidei), la bassa permeabilità al vapore, il rapido invecchiamento con conseguente ingiallimento se esposte ai raggi U.V. non rende questo tipo di resine particolarmente adatto per superfici di materiali porosi quali pietra, legno, cotto,

malta. Il loro impiego dovrà, pertanto, essere attentamente vagliato dall'appaltatore e sempre dietro specifica richiesta della D.L. orientativamente potranno essere messe in opera per il consolidamento/protezione di manufatti industriali, di superfici in cls e di costruzioni sottoposte ad un forte aggressione chimica.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità) del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da foglio apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

RESINE FLUORURATE (PERFLUOROPOLIETERI ED ELASTOMERI FLUORURATI)

Prodotti a doppia funzionalità, adatti come protettivi idro ed oleorepellenti i perfluoropolieteri, come aggreganti superficiali-protettivi per materiali lapidei porosi gli elastomeri fluorurati. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già pre-polimerizzati, pertanto il prodotto mantiene costanti nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche, assicurando un protezione costante contro l'invecchiamento oltre alla reversibilità del trattamento. Questi composti presenteranno sia discrete doti di aggreganti superficiali, utili per il preconsolidamento di materiali decoesi come marmi, pietre, laterizi ed intonaci (anche se non potranno essere considerati veri e propri consolidanti nonostante presentino il vantaggio di creare una struttura "non rigida" attorno ai granuli degradati della pietra eludendo, in questo modo, le tensioni dovute a sbalzi termici e ai differenti coefficienti di dilatazione termica dei materiali), sia, soprattutto, doti protettive idrofobizzanti: risulteranno permeabili al vapore d'acqua, completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico) in acetone anidro o altro solvente impiegato per l'applicazione e stabili ai raggi U.V. Generalmente, saranno disciolte in solventi organici (ad es. acetone, acetato di butile ecc.) dal 2-3% fino al 7-10% in peso (la viscosità elevata consiglia tuttavia di utilizzare soluzioni a basse concentrazioni ad es., al 3% in 60% di acetone e 37% di acetato di butile) e potranno essere applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

RESINE ACRIL-SILICONICHE

Classe di prodotti a base di resine acriliche e siliconiche che, combinando le caratteristiche di entrambe le sostanze, risultano in grado di assolvere sia la funzioni consolidante riaggregante (propria della resina acrilica), sia quella protettiva idrorepellente (propria di quelle siliconiche); inoltre, grazie alla bassa viscosità del composto, l'impregnazione, rispetto alle resine acriliche, avverrà più in profondità (fino a 4-

5 cm). Disciolte in particolari solventi organici risulteranno particolarmente indicate per interventi di consolidamento su pietra calcarea, arenaria, per superfici intonacate di varia natura, su mattoni in laterizio, su marmi e manufatti in gesso, elementi in cemento, opere in cemento armato e legno dolce e duro purché ben stagionato ed asciutto. Questo specifico tipo di resina trova particolare utilizzo in presenza di un processo di degrado provocato dall'azione combinata da aggressivi chimici ed agenti atmosferici: la resina penetrando nel manufatto, lo consoliderà senza togliergli la sua naturale permeabilità al vapore acqueo e, formando un sottilissimo velo superficiale, lo proteggerà rendendolo idrorepellente e resistente all'azione degli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti.

Le resine acril-siliconiche dovranno essere utilizzate con idonei solventi organici (di natura preponderalmente polari al fine di favorirne la diffusione) prescritti dal produttore o indicati dalla

D.L. così da garantire una bassa viscosità della soluzione (25 ± 5 mPas a 25°C), il residuo secco garantito dovrà essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione.

Questa tipologia di resine non solo dovrà essere applicata su superfici perfettamente asciutte ma non potrà avere neanche in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente) contatti con acqua poiché questo fattore potrebbe comportare la formazione di prodotti secondari dannosi pertanto, dovrà essere cura dell'appaltatore proteggere tempestivamente dalla pioggia la superficie trattata prima, durante e dopo l'operazione di consolidamento. Al fine di evitare che il consolidante emetta il solvente troppo rapidamente e di conseguenza dia vita ad un film o una crosta sulla superficie del manufatto non sarà consentito operare con alte temperature (condizioni ottimali $15-25^\circ\text{C}$) o con diretto irraggiamento solare.

La suddetta resina dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- elevata penetrazione;
- elevata traspirabilità;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- nessuna variazione ai raggi U.V.;
- impermeabile all'acqua;
- permeabile al vapore;
- essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici (così da eliminare i fenomeni di decoesione);
- non ingiallirsi nel tempo.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

RESINE POLIURETANICHE

Prodotti termoplastici o termoindurenti; in relazione ai monomeri utilizzati in partenza, presenteranno buone proprietà meccaniche, buona adesività ma bassa penetrabilità. Il prodotto dovrà possedere un'accentuata idrofilia in modo da garantire la penetrazione per capillarità, anche su strutture murarie umide inoltre, dovrà essere esente da ingiallimento (non dovranno pertanto contenere gruppi aromatici), presentare un basso peso molecolare, un'elevata resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi U.V., un residuo secco intorno al 3%, un indurimento regolabile fino a 24 ore posteriore all'applicazione nonché una reversibilità entro le 36 ore dall'applicazione.

Sovente si potranno utilizzare in emulsione acquosa che indurrà rapidamente dopo l'evaporazione dell'acqua. Messe in opera per mezzo di iniezioni, una volta polimerizzate, le resine poliuretaniche dovranno trasformarsi in schiume rigide, utili alla stabilizzazione di terreni all'isolamento delle strutture dagli stessi, a sigillare giunti di opere in cls, e a risarcire fessurazioni nelle pavimentazioni e nelle strutture in elevazione sia di cemento armato sia in muratura. Queste resine, oltre che come consolidanti, potranno essere adoperate come protettivi e impermeabilizzanti: utilizzando l'acqua come reagente, si rileveranno confacenti per occlusioni verticali extramurari contro infiltrazioni. Questa classe di resine potrà essere considerata una buona alternativa alle resine epossidiche rispetto alle quali presentano una maggiore flessibilità ed una capacità di indurimento anche a 0°C .

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da

apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

COMPOSTI A BASE DI SILICIO

ESTERE ETILICO DELL'ACIDO SILICICO (SILICATI DI ETILE)

Sostanza monocomponente fluida, incolore, a bassa viscosità, dovrà essere applicata in diluizione in solventi organici in percentuali (in peso) comprese fra 60% e 80%. Al fine di stabilire la quantità di prodotto da utilizzare si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campioni. Questi test serviranno, inoltre, da spia per determinare l'eventuale alterazione dell'opacità della pietra e della sua tonalità durante e subito dopo il trattamento. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto; è una sostanza bassomolecolare a base inorganica in solvente organico. Ha una bassissima viscosità, per cui penetra in profondità anche in materiali poco porosi, è applicabile a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; il trattamento potrà essere ripetuto dopo 2 o 3 settimane. Il supporto dovrà essere perfettamente asciutto, pulito e con una temperatura tra i 15 e i 20 °C.

Questo tipo di consolidante si rivelerà molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non verrà alterato dai raggi ultravioletti, e presenterà il vantaggio di possedere un elevato potere legante (dovuto alla formazione di silice amorfa idrata) soprattutto nei confronti di materiali lapidei naturali contenenti silice anche in tracce, quali arenarie, i tufi, le trachiti, ma anche su altri materiali artificiali quali i mattoni in laterizio, le terracotte, gli intonaci, gli stucchi, risultati positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei. Tale prodotto non risulta idoneo per il trattamento consolidante del gesso o di pietre gessose. Tra l'estere etilico dell'acido silicico e l'acqua che aderisce alle pareti dei capillari avviene una reazione che darà luogo alla formazione di gel di silice ossia un nuovo legante; come sottoprodotto si formerà alcool etilico che si volatilizzerà. La reazione chimica di consolidamento si completa entro circa 21-28 giorni dall'applicazione in condizioni normali (20 °C e 40-50% di umidità relativa).

Il consolidamento con silicato di etile dovrà rispondere ai seguenti requisiti fondamentali:

- prodotto monocomponente non tossico e di facile applicazione;
- ottima penetrazione nel supporto lapideo da trattare, dovuta al suo basso peso molecolare e alla scelta della miscela solventi;
- essiccamento completo senza formazione di soste secondarie appiccicose e di conseguenza nessuna adesione di depositi;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi al materiale trattato;
- formazione di un legante minerale, stabile ai raggi U.V., e affine al materiale lapideo;
- impregnazione senza effetto filmogeno di conseguenza il materiale lapideo trattato dovrà rimanere permeabile al vapore;
- assenza di variazioni cromatiche dei materiali lapidei trattati;
- il legante formatosi (SiO_2) si presenterà resistente agli acidi e pertanto resisterà alle piogge ed alle condense acide.

L'impregnazione con silicato di etile dovrà essere evitata (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) nel caso in cui: il materiale da trattare non risultasse assorbente, in presenza sia di elevate temperature ($> 25\text{ °C}$) che di basse temperature ($< 10\text{ °C}$), con U.R. non $> 70\%$ e, se si tratta di manufatto esposto a pioggia, nelle quattro settimane successive al trattamento per questo, in caso di intervento su superficie esterne, si renderà necessario la messa in opera di appropriate barriere protettive.

In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali. Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani,

conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

COMPOSTI INORGANICI

Presentano, generalmente, una grande affinità con i materiali da trattare; risulteranno duraturi, ma irreversibili e poco elastici. La loro azione avverrà tramite l'infiltrazione, in forma liquida, nel materiale oggetto del trattamento dove, per evaporazione del veicolo, la componente minerale del composto, precipitando, darà vita ad una rete che si legherà alle particelle minerali circostanti. Le caratteristiche fisico-chimiche del legame saranno, quindi, simili (anche se non sempre uguali) a quelle del legante perduto o degradato.

A seguito all'uso dei consolidanti inorganici potranno insorgere i seguenti inconvenienti: scarsa penetrazione all'interno del materiale lapideo da trattare (potrà provocare il distacco della crosta superficiale alterata e consolidata), scarsa resistenza agli stress meccanici (imputabile alla loro rigidità e fragilità), scarsa efficienza se la pietra risulterà totalmente decoesa da presentare fratture con distanze fra i bordi superiori a 100 micron.

IDROSSIDO DI CALCE (CALCE SPENTA)

La calce applicata alle malte aeree (ovvero sugli intonaci) e alle pietre calcaree in forma di latte di calce penetra nei pori riducendone il volume; aderendo alle superfici dei minerali componenti, dovrebbe presentare la capacità di risaldarli tra loro. Il Carbonato di Calcio di neoformazione¹⁰, non eserciterà,

tuttavia, la stessa azione cementante avvenuto durante il lento processo di carbonatazione della calce pertanto, la similitudine tra processo naturale e la procedura di consolidamento si limiterà ad essere un'affinità chimica.

Questo tipo di trattamento potrà presentare l'inconveniente di lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto (ovvero se previsto un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce ad es., scialbatura), dovranno essere rimossi. In linea di massima, il consolidamento a base d'Idrossido di Calcio potrà essere applicato su intonaci debolmente degradati, situati in luoghi chiusi o sottoposti a limitate sollecitazioni termiche e, in ogni modo, al riparo da acque ruscellanti e cicli di gelo/disgelo.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

IDROSSIDO DI BARIO (BARITE)

L'idrossido di Bario potrà essere utilizzato su pietre calcaree chiare e per gli interventi indirizzati a porzioni di intonaco dipinte a buon fresco di dimensioni ridotte quando vi sia l'esigenza di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. I vantaggi di questo prodotto sono sostanzialmente relativi al legante minerale, che verrà introdotto nel materiale e nella desolfatazione che converte il CaSO_4 (altamente solubile) in BaSO_4 (insolubile).

La porosità del materiale potrà essere ridotta solo parzialmente con il vantaggio nei riguardi dei meccanismi di alterazione legati all'assorbimento di acqua, ma non darà vita ad uno strato esterno

impermeabile al vapore acqueo. Una controindicazione all'impiego di questo trattamento sarà rappresentata dal pericolo di sbiancamenti delle pietre o dei materiali scuri e nella formazione di patine biancastre superficiali, dovute alla precipitazione del Carbonato di Bario¹² causata dall'eventuale apporto diretto d'anidride carbonica. Questo "inconveniente" potrà essere facilmente evitato eliminando l'eccesso di Idrossido di Bario dalla superficie esterna dell'oggetto prima che precipiti il Carbonato di Bario. Sarà sconsigliato l'uso su materiali ricchi, oltre che di gesso, di altri sali solubili in modo da evitare possibili combinazioni che potrebbero produrre azioni degradanti.

Il trattamento con Idrossido di Bario viene spesso effettuato attraverso l'applicazione di soluzioni al 5-6% di sale in acqua demineralizzata supportate in forma di impacco in polpa di cellulosa per tempi variabili da caso a caso (dalle dodici alle quarantotto ore a seconda della permeabilità del substrato). L'elevata alcalinità ne impedisce l'applicazione in corrispondenza di pigmenti a base di rame, di lacche, e di leganti organici, materiali altamente sensibili a variazioni di pH.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti- Generalità") del presente Capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

71.2_ Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione

Tali prodotti andranno applicati, solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C. Si potranno applicare a pennello, ad airless, per imbibizione completa e percolamento. Gli applicatori dovranno agire con la massima cautela, dotati di adeguata attrezzatura protettiva, nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

I prodotti utilizzabili per i trattamenti di protezione, di norma, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in laboratorio o direttamente in cantiere:

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

I protettivi più efficaci per i materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici e dei composti a base di silicio, la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate. Sarà sempre opportuno, ad applicazione, avvenuta, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

COMPOSTI ORGANICI

RESINE FLUORURATE

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio

informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

RESINE ACRIL-SILICONICHE

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

RESINE POLIURETANICHE

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

COMPOSTI A BASE DI SILICIO

SILANI

Più precisamente alchil-alcossi-silani monomeri che date le ridotte dimensioni delle molecole (uguali a quelle dell'acqua), presenteranno ottima penetrabilità e saranno capaci di idrofobizzare i capillari più piccoli e di opporre resistenza alla penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Presenteranno la capacità di trattare superfici umide grazie alla possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli ed acqua; generalmente utilizzati su supporti alcalini e silicei, risultano perciò convenienti su oggetti in cotto, materiali lapidei, tufo, intonaci in malta bastarda, mattoni crudi ecc.; il loro uso sarà sconsigliato su marmi carbonatici e intonaci di calce aerea. Normalmente saranno utilizzati in soluzioni di solvente con concentrazione in secco variabile dal 20% al 40% in peso; in casi particolari si potranno utilizzare anche al 10%.

Il loro impiego sarà, in ogni modo, abbastanza limitato in quanto la notevole volatilità del composto ed un'eventuale pioggia battente a breve distanza di tempo dal trattamento (in pratica prima della polimerizzazione) potranno di-staccare gran parte del prodotto applicato, con il conseguente onere, necessario, di una maggior quantità di prodotto per avere gli effetti richiesti; inoltre, presenteranno l'inconveniente di generare un effetto perlante.

Questi prodotti potranno essere miscelati con silicato d'etile al fine di combinare le caratteristiche di entrambe le sostanze.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

SILLOSSANI (ALCHILSILOSSANI OLIGOMERI)

Più precisamente alchil-alcossi-silossani oligomerici ossia polimeri reattivi a basso peso molecolare. Potranno essere utilizzati sia in forma pura, cioè senza solvente, (in questo caso sarà consigliabile l'uso di monomeri piuttosto che quello di oligomeri o polimeri), sia in soluzione di solvente organico (generalmente con contenuto attivo del 5-10% in peso). Si rileverà efficace l'utilizzo su supporti compatti e scarsamente assorbenti; in funzione della loro particolare struttura chimica saranno in grado di infiltrarsi all'interno dei più fini capillari con un'elevata diffusione. Oltre all'ottima capacità di penetrazione i suddetti prodotti dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- elevata stabilità agli alcali ed ai raggi ultravioletti;
- passaggio invariato del vapore acqueo delle superfici trattate consegnate all'assenza di

formazione di pellicola superficiale e nessuna occlusione dei capillari o dei pori dei supporti trattati;

- essiccazione fuori polvere per sola emissione del solvente veicolante;
- assenza di sottoprodotti di reazione, dandosi ai manufatti trattati;
- possibilità di trattamento di superfici leggermente umide;
- assenza di variazioni cromatiche delle superfici trattate.

Il trattamento ai silossani modificherà lo stato di tensione superficiale del sottofondo in modo tale che le gocce di pioggia scorreranno sulla superficie verticale senza imbibirla; inoltre, il trattamento non creerà una pellicola continua sul supporto, lasciando in questo modo al sottofondo la possibilità di traspirare, senza modificare l'equilibrio. L'elevata riduzione d'assorbimento dei sali da parte dei manufatti impregnati con silossani renderà il trattamento particolarmente indicato nei casi di risalita capillare nelle murature. Due, essenzialmente, saranno i fattori determinanti in favore dei silossani rispetto ai silani: ovvero la più celere reazione per formare la materia attiva e la non perdita di materiale causata dall'evaporazione.

Questi prodotti potranno essere miscelati con silicato di etile al fine di combinare le caratteristiche di entrambe le sostanze, orientativamente una miscela idrorepellente consolidante potrà essere composta da il 7% di silossani ed il 60% di silicato di etile.

Gli alchilsilossani oligomeri potranno essere utilizzati anche in micro emulsioni acquose i componenti di una microemulsione saranno:

- una fase acquosa che costituiranno il liquido disperdente;
- una fase oleosa composta da silani, silossani e polisilossani;
- un emulsificante formato da polisilossani con gruppi funzionali a base di acetato di ammonio, lo sviluppo di acido acetico da questo composto durante l'essiccazione serve da agente catalitico dei siliconi;
- un co-emulsionante costituito da silani e silossani a basso peso molecolare

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

COMPOSTI A BASE NATURALE

OLIO DI LINO E CERE

L'olio di lino è un prodotto essiccativo costituito per l'85-90% da gliceridi degli acidi grassi non saturi. Gli olii essiccativi si useranno, se non diversamente specificato, dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura allo scopo di esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (a 150-300°C) dovrà presentarsi ben depurato, con un colore giallo-bruno rossastro perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. L'acidità massima ammessa dovrà essere in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93. Troverà utilizzo prevalentemente per l'impregnazione del legno, di pavimenti e materiali in cotto.

Le cere potranno essere divise in tre categorie secondo la loro derivazione:

- cere animali derivanti da secrezioni animali o contenute in alcune parti di essi come nei cetacei, la più utilizzata è la cera d'api simile alle sostanze grasse, pur essendo di costituzione chimica diversa, non contiene glicerina e, a differenza dei grassi, saponifica difficilmente. È di colore giallo intenso, più o meno scura, rammollisce a circa 35 °C, fonde a ca. 62 °C e solidifica a 61 °C, pH 20,7; infiammabile brucia senza lasciare residuo; insolubile in alcool freddo solubile a caldo in essenza di

trementina negli oli grassi, benzene, cloroformio ecc., insolubile in acqua ma permeabile al vapore. Questi tipi di cera solubilizzeranno anche a distanza di tempo pertanto si rilevano reversibili;

- cere vegetali contenute all'interno o in superficie di fibre vegetali, più dure delle cere animali e presentano un'alta brillantezza (cera di cotone, di lino, di tabacco ecc.): cera carnuba (detta anche cera brasiliana), è un prodotto molto pregiato di colore giallo verdastro pallido o grigio giallognolo prodotto ricavato dall'essudazione delle foglie della palma del Brasile (copernicia cerifera o corypha cerifera), si presenta in pezzi duri ma fragili a seconda dell'untuosità al tatto si classifica grassa o magra. Solubile a caldo nei comuni solventi organici tipo alcool etilico, benzene, trementina, ragia minerale ecc.; punto di fusione 82-85 °C. di norma difficilmente solubile a freddo, resistente e brillante sovente utilizzata per aumentare il punto di fusione delle altre cere o per dare più lucentezza e durezza ovvero per diminuire l'effetto appiccicoso;

- cere minerali possono essere di origine fossile (cera montana, ozocerite) o frutto di sintesi del petrolio (paraffine): cera microcristallina miscela d'idrocarburi alifatici saturi a peso molecolare medio alto, punto di fusione da 90 °C a 95 °C, punto di goccia 106-110 °C, si presenta come piccole scaglie bianche o leggermente giallognole con una particolare struttura microcristallina. Particolarità positive risiedono nell'elevato potere adesivo a freddo, l'inerzia chimica, ottima reversibilità ed idrorepellenza. Poco solubili a freddo nei solventi polari solubili a caldo e a freddo nei solventi clorurati e nell'essenza di trementina.

Le cere potranno essere impiegate in forma di soluzione o dispersione. Tutte le cere troveranno, in ogni caso, impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate; inoltre, in presenza di umidità e carbonato di calcio, potranno dare luogo alla formazione di saponi che scoloriranno l'oggetto trattato. Se non diversamente specificato non andranno utilizzati su manufatti in esterno, esposti agli agenti atmosferici in quanto poco resistenti e possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti. Le cere potranno trovare utilizzo nei trattamenti protettivi per strutture in legno e manufatti in cotto. Oli e cere dovranno essere, se non diversamente specificato, applicati a pennello.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

71.3 Impregnanti per interventi di deumidificazione

La tipologia dei formulati impregnanti per questo tipo di trattamenti sarà varia (silossano oligomero in solvente alifatico dearomatizzato, microemulsione silossanica in solventi eteropolari idrolizzati, silano in acqua demineralizzata ecc.), le caratteristiche che accrediteranno una buona miscela idrofobizzante dovranno essere:

- bassa tensione superficiale, bassa viscosità, basso peso specifico e buon potere bagnante al fine di conferire la massima facilità di penetrazione del liquido nella muratura;
- bassa velocità di polimerizzazione e capacità di polimerizzazione anche in presenza di acqua per consentire un rapido funzionamento della barriera ed evitare che, nel tempo successivo all'operazione, agenti estranei ne disperdano l'efficacia;
- valore di pH nullo, assenza di componenti tossici, nessuna efflorescenza in asciugatura.

In ogni caso i formulati dovranno rispettare i requisiti richiesti dalla Raccomandazione NorMal 20/85.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 76 ("Materiali impregnanti – Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

72_MATERIALI VARI

72.1_Materiali vari per consolidamento

ALCOOL POLIVINILICO

Sostanza ad alto peso molecolare, solubile in acqua, alla quale si impartisce forte viscosità e proprietà emulsionanti. Si rileva poco solubile in solventi organici viene sovente utilizzato in miscele di acqua e alcool etilico denaturato (in soluzioni dal 3 al 10%) nelle operazioni di preconsolidamento per fissaggi di scaglie e/o frammenti oppure per fissaggi mediante velature con garza di cotone o carta giapponese.

ACETATO DI POLIVINILE

Resina sintetica termoplastica, preparata per polimerizzazione dell'acetato di vinile, a sua volta ottenuto da acetilene e acido acetico. Utilizzata in soluzione dal 3 al 10% in alcool etilico o isopropilico oppure in miscele a base di acido etilico denaturato e acqua come fissativo di pellicole pittoriche o per eseguire "ponti di cucitura" di frammenti scaglie decoese. Punto di rammollimento 155-180 °C, viscosità a 20 °C della soluzione 20% in estere etilico dell'acido acetico 180-240 mPas.

POLYFILLA

Stucco riempitivo per esterni o interni da impastare con acqua (2-2 1/2 parti in polvere con 1 parte di acqua), privo d'amianto e resistente all'acqua, applicabile con temperature variabili da 5 a 30 °C. Può essere impiegato per stuccare lesioni, fessure, cavillature, per pareggiare superfici o per ripristini di modeste dimensioni. La polyfilla presenta un'elevata durezza dopo l'essiccazione (minimo 6 ore) conservando la forma datagli. Questo stucco può essere colato, colorato, modellato e, dopo l'essiccamento, intagliato, levigato e lucidato.

72.2_Materiali vari premiscelati

MALTA PREMISCELATA PER INIEZIONI DI CONSOLIDAMENTO E RIADESIONE DI INTONACI

La malta da iniezione dovrà essere composta da calci naturali e leganti idraulici speciali, chimicamente stabili ed a bassissimo contenuto di sali solubili, inerti silicei, ardesia, pozzolana superventilata e da una speciale combinazione di additivi fluidificanti, ritentivi ed aeranti. La speciale formulazione, prodotta in dispersione planetaria 1/10.000 per un tempo inferiore a 20 minuti, dovrà formare un premiscelato omogeneo di colore grigio chiaro. Il prodotto, dovrà, inoltre, presentare un'ottima penetrabilità nelle murature senza preliminarmente bagnatura dei supporti, facile pulitura delle fuoriuscite, compatibilità chimico/meccanica con calce e pozzolana, bassa resistenza meccanica, assenza di efflorescenze anche in ambienti molto umidi. La malta dovrà essere impastata energicamente (per circa 3 minuti) con acqua demineralizzata (sarà consigliabile filtrare la boiaccia ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto). Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe con aghi di tipo veterinario (diametro di uscita superiore ai 2 mm).

Il premiscelato, per la particolarità dell'applicazione, deve essere sperimentato da almeno 10 anni in ricerche promosse dal Ministero BB.AA.CC. Del prodotto utilizzato dovranno essere dichiarate le principali caratteristiche chimico-fisiche, i luoghi e la data dell'avvenuta sperimentazione. Il produttore dovrà, inoltre, fornire gli elaborati relativi all'attività di ricerca svolta, ratificati dall'Ente

pubblico preposto al controllo della stessa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,02 kg/dm³, lavorabilità 1 h, essudamento assente, aderenza 0,8 N/mm², inizio presa a +20 °C 24 h, fine presa a +20 °C 48 h, resistenza a compressione a 28 gg 6 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 2 N/mm², modulo elastico 5000 N/mm², ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua > 80%, permeabilità al vapore 6 m; ritiro 0,7-1,8 mm.

MALTA PREMISCELATA PER RIADESIONE E RIEMPIMENTO DI VUOTI A BASSO PESO SPECIFICO

La malta da iniezione dovrà presentare basso peso specifico (0,4 kg/dm³) e basse resistenze meccaniche così da risultare idonea per eseguire riempimenti di grosse cavità presenti fra strati di intonaco (3-4 cm), sigillatura di lesioni superficiali, reincollaggio di parti di intonaco degradate e friabili, riadesione di elementi privi di funzioni statiche e non appesantibili. L'impasto dovrà essere composto da calci naturali e leganti idraulici speciali (C30), chimicamente stabili ed a bassissimo contenuto di sali solubili, pozzolana, perlite ventilata ed una particolare combinazione di additivi fluidificanti, ritentivi ed aeranti. La speciale formulazione, prodotta in dispersione planetaria 1/10.000 per un tempo inferiore a 20', dovrà formare un premiscelato omogeneo di colore bianco. La malta può essere additivata con microfibre al fine di migliorarne le caratteristiche meccaniche in impieghi particolari; in ogni caso dovrà essere impastata energicamente (con trapano elettrico a bassa velocità per circa 6-8 minuti) con acqua demineralizzata (sarà consigliabile filtrare la boiaccia ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto). Se non diversamente specificato, questi prodotti dovranno essere iniettati entro 30 minuti dalla preparazione. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe di tipo veterinario prive di ago (diametro di uscita superiore ai 6 mm).

Il premiscelato, per la particolarità dell'applicazione, deve essere sperimentato da almeno 10 anni in ricerche promosse dal Ministero BB.AA.CC. Del prodotto utilizzato dovranno essere dichiarate le principali caratteristiche chimico-fisiche, i luoghi e la data dell'avvenuta sperimentazione. Il produttore dovrà, inoltre, fornire gli elaborati relativi all'attività di ricerca svolta, ratificati dall'Ente pubblico preposto al controllo della stessa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 0,4 kg/dm³, lavorabilità 4 h, essudamento assente, aderenza 0,9 N/mm², inizio presa a +20 °C 20 h, fine presa a +20 °C 44 h, resistenza a compressione a 28 gg 31 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 8 N/mm², modulo elastico 5200 N/mm², ritiro 0,4-1,2 mm, ritenzione acqua > 85%, permeabilità al vapore 3 m; ritiro 0,4-1,2 mm.

MALTA PREMISCELATA PER INIEZIONE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

La malta per iniezioni dovrà essere a base di calce idraulica naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di coccio pesto) caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Se non diversamente specificato l'acqua da utilizzare nell'impasto dovrà, essere demineralizzata. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto, possibilmente demineralizzata, e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,4 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding trascurabile, aderenza 1,4 N/mm², inizio presa a +20 °C 18 h, fine presa a +20 °C 72 h,

resistenza a compressione a 28 gg 13 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 3,5 N/mm², modulo elastico 11000 N/mm², temperatura massima durante l'indurimento < 30 °C, ritiro 0,7-1,2 µm, ritenzione acqua > 70%, permeabilità al vapore 9 µ.

MALTA PREMISCELATA PER BETONCINO DI COLLABORAZIONE STATICA

La malta dovrà presentare un modulo elastico basso così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta; a tal fine si potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es., pozzolana, metacaolino, cocci pesto ecc.), sabbie silicee (granulometria 0,1-2 mm) con l'eventuale aggiunta di additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) ed espansivi minerali (così da controllare il ritiro igrometrico).

Le malte, a ritiro compensato, da utilizzare per i betoncini dovranno, in ogni caso, presentare le seguenti caratteristiche: granulometria inerti 0,1-2,0 mm, inizio presa 5 h, fine presa 15 h, resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm²; modulo elastico a 28 giorni < 15000 N/mm²; espansione contrastata a 7 giorni > 300 µm/m; coefficiente di permeabilità al vapore < 150 µ.

L'utilizzo di premiscelati a base di calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di traspirazione delle pareti.

MALTA PREMISCELATA A BASE DI CALCE IDRAULICA NATURALE DA RINZAFFO

Il rinzaffo, che dovrà essere applicato a copertura totale del supporto, sarà costituito da una malta a grana grossa, costituita esclusivamente da materie prime naturali quali legante di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, calce idraulica HL 5, pozzolana naturale micronizzata, inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm. Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente naturale, dovranno garantire una totale resistenza ai sali (Tabella 1- ASTM C 1012-95a ? 0,034%). La malta da rinzaffo dovrà soddisfare i requisiti della norma EN 998/1 - GP/CS III / W1, adesione 0,7 N/mm², reazione al fuoco classe A1. Il rinzaffo avrà uno spessore medio di 10 mm ed una finitura a rustico in unico strato stollato. L'applicazione, eseguita a mano dovrà avere una resa media circa 15 kg/m² per centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) ? 20 EN 1015-19; assorbimento d'acqua per capillarità Categoria W1 EN 998-1; profondità d'infiltrazione dell'acqua 1 h ? 5 mm EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h ? 20 mm EN 1015-18; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS III EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) ? 0,7 N/mm² - FP: B EN 1015-12; resistenza ai solfati (Tabella 1 ? 0,034%) Superata ASTM C 1012-95a; conducibilità termica (l 10, dry) 0,83 W/mK (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività I = 0,27 UNI 10797/1999.

MALTA PREMISCELATA A BASE DI CALCE IDRAULICA NATURALE DA ARRICCIO

L'arriccio, che dovrà essere steso al fine di realizzare uno strato "protettivo e deumidificante" ad altissima porosità, igroscopicità, traspirabilità e ridotto assorbimento capillare d'acqua, sarà costituito da una malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, pozzolana naturale extrafine e inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm. Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente

naturale, dovranno garantire un'altissima traspirabilità dell'intonaco (coefficiente di resistenza al vapore acqueo $m \geq 3$), un'elevata porosità della malta indurita ($\geq 40\%$), una naturale conducibilità termica (pari a $0,47 \text{ W/mK}$), una notevole aria occlusa in fase d'impasto ($\geq 25\%$), una totale resistenza ai sali (WTA 2-2-91/0 Superata) e una ridotta profondità d'infiltrazione d'acqua (nelle 24 h $\geq 5 \text{ mm}$). L'impasto dovrà soddisfare i requisiti della norma EN 998/1 - R/CS II/W24 $\geq 0,3 \text{ kg/m}^2$, adesione $0,2 \text{ N/mm}^2$, reazione al fuoco classe A1. L'intonaco dovrà avere uno spessore minimo di 20 mm, costituito da due strati dello spessore medio di 10 mm, ed una finitura a rustico fine. L'applicazione, eseguita a mano, dovrà avere una resa media di circa 12 kg/m^2 per ogni centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) 3EN 1015-19; assorbimento idrico capillare W24 $\geq 0,3 \text{ kg/m}^2$ EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h $\geq 5 \text{ mm}$ EN 1015-18; porosità $\geq 40\%$ WTA 2-2-91/D; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS II EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) $\geq 0,2 \text{ N/mm}^2$ - FP: B EN 1015-12; rapporto resistenza compressione/flessione ≥ 3 WTA 2-2-91/D; resistenza ai sali Superata WTA 2-2-91/D; conducibilità termica (l 10, dry) $0,47 \text{ W/mK}$ (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività $I = 0,30$ UNI 10797/1999.

73_MATERIALI COMPOSITI FRP

I prodotti denominati FRP (acronimo di Fiber Reinforced Polymers) sono "sistemi compositi" fibrosi a matrice polimerica. Il materiale base sarà il rinforzo fibroso costituito da lunghe fibre aventi un diametro di circa 8mm, accostate le une alle altre ed impregnate in situ con una matrice a base di resine (epossidiche o poliestere bicomponenti a bassa viscosità) che polimerizzeranno a temperatura ambiente o industrialmente mediante il processo di pultrusione. La matrice polimerica avrà il compito di trasferire le sollecitazioni alle fibre di rinforzo, di proteggere la fibra da attacchi di tipo chimico o meccanico o da variazioni di temperatura, ed infine, di dare forma al composito.

Le fibre, commercialmente prodotte, per la realizzazione dei FRP potranno essere di quattro tipi:

- fibre di carbonio presentano elevata resistenza e rigidità, modesta sensibilità alla fatica, eccellente resistenza all'umidità ed agli agenti chimici; per contro presentano un modesto valore di deformazione ultima, bassa resistenza agli urti e sono danneggiabili all'intaglio, in conseguenza di una limitata deformabilità in direzione trasversale. Le fibre di carbonio potranno essere classificate in: ad alta tenacità (HT con $E < 250 \text{ GPa}$), alto modulo (HM con $E < 440 \text{ GPa}$), ed altissimo modulo (UHM con $E > 440 \text{ GPa}$);

- fibre in vetro sono prodotte per estrusione, presenteranno un'elevata resistenza a trazione che però sarà accompagnata da una limitata resistenza ai carichi ciclici e da una forte sensibilità agli ambienti alcalini. I tipi di vetro comunemente utilizzati saranno il tipo E, il tipo S e ad alta resistenza chimica di tipo AR;

- fibre aramidiche sono di natura polimerica, oltre che per la buona resistenza e rigidità sono caratterizzate da un'ottima resistenza agli agenti chimici: una forte deperibilità delle caratteristiche meccaniche può essere causata dai raggi U.V. Le fibre aramidiche potranno essere classificate in: alto modulo (HM), ed altissimo modulo (UHM);

- fibre polivinilalcol (PVA) estremamente leggere e con una maggiore deformabilità rispetto alle fibre in vetro, presenteranno al contempo una maggiore capacità di sopportazione alle deformazioni e una grande compatibilità con il cemento.

Tabella 16.1 Caratteristiche meccaniche delle fibre

	CARBONIO	VETRO	ARAMIDE	POLIVINILALCOL
--	----------	-------	---------	----------------

Resistenza a trazione	2500-4800 MPa	1800-3500 MPa	2800-3500 MPa	1400- MPa
Modulo Elastico (E)	200-600 GPa	70-85 GPa	80-140 GPa	29-30 GPa
Allungamento a rottura	1-2 %	3-4 %	2-3 %	6%
Densità	1,7-1,9 g/cm ₃	2,5 g/cm ₃	1,4 g/cm ₃	1,3 g/cm ₃

Le tipologie dei compositi FRP utilizzate saranno rappresentate da: i tessuti, le lamine e le barre.

I tessuti (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione, a taglio e per il confinamento a compressione) potranno essere realizzati in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) unidirezionali (fibre orientate secondo un'unica direzione), bi-direzionali (fibre orientate secondo direzioni 0° e 90°) o bi-assiale (fibre inclinate $\pm 45^\circ$). Le larghezze delle strisce potranno variare da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm in tessuto di fibra con spessore a secco variabile a seconda della natura della fibra se non diversamente specificato (ad es., per fibre unidirezionali si potranno avere: carbonio circa 0,16 mm, vetro circa 0,23 mm, aramide circa 0,21 mm); anche il peso sarà variabile in rapporto al materiale ed alla tipologia della fibra (per es. fibre di carbonio unidirezionali peseranno circa 300-600 g/m², le fibre di carbonio bi-direzionali peseranno circa 230-360 g/m², mentre quelle bi-assiali circa 450-600 g/m²).

Le lamine (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione) rappresenteranno piattine pultruse in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) di spessore superiore a quello del tessuto (rapporto circa 1:8 o superiore) e variabile (per le fibre di carbonio) da 1,4 a 50 mm così come la larghezza variabile da 50 a 150 mm.

Le barre (utilizzabili nel rinforzo interno a flessione come tiranti o come armature) potranno essere realizzate in fibra di carbonio, di vetro o di aramide con diametro circolare (f 5, 7, 10 mm) o rettangolare di varie sezioni (da 1,5 x 5 mm a 30 x 40 mm). Le suddette barre pultruse potranno presentare, se richiesto dagli elaborati di progetto, un'aderenza migliorata ottenuta mediante sabbiatura superficiale di quarzo sferoidale e spirallatura esterna. Questo tipo di prodotto dovrà, inoltre, presentare un'elevata durabilità nei confronti di tutti gli aggressivi chimici (quali ad es., idrossidi alcalini, cloruri e solfati).

A complemento di quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i materiali compositi FRP si intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche:

Tipologie dei compositi FRP

- tessuto ;
- lamina ;
- barra ;

Tipologia di filamento

- carbonio ;
- vetro ;
- aramide ;
- polivinilalcol ;

Orientamento fibre

- unidirezionale ;
- bi-direzionale ;
- bi-assiale ;

Spessore della fibra per il calcolo (mm)

Larghezza nastro o lamina (mm)

Peso fibra (g/m²)

Densità fibra (kg/m³)

Modulo Elastico (GPa)

Tensione di rottura a Trazione fibra (MPa) ;
 Allungamento a rottura (%);
 Caratteristiche matrice polimerica;
 Caratteristiche dell'adesivo;

Nota per il compilatore: completare la scheda e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare, per ogni tipologia di FRP, le caratteristiche, i valori accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I prodotti sopra elencati verranno considerati al momento della fornitura; la D.L. ai fini della loro accettazione potrà procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate negli articoli specifici. In caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati saranno quelli indicati nelle norme UNI vigenti e in mancanza di queste ultime quelli indicati dalle norme estere o internazionali.

74 MATERIALI PER RIVESTIMENTI E/O TRATTAMENTO LACUNE INTERNI ED ESTERNI

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) ed orizzontali (controsoffitti) del fabbricato. I prodotti potranno essere distinti:

- a seconda del loro stato fisico in:
 - fluidi o pastosi (intonaci, malte da stuccatura, tinture, pitture ecc.).
 - rigidi (rivestimenti in pietra, ceramica, alluminio, gesso ecc.);
 - flessibili (carte da parati, tessuti da parati ecc.);
- a seconda della loro collocazione:
 - per esterno;
 - per interno.
- a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:
 - di fondo;
 - intermedi;
 - di finitura.

I prodotti di seguito elencati, 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.

PRODOTTI FLUIDI O IN PASTA

Impasti: intonaci, malte da stuccatura o da ripristino ovverosia composti realizzati con malta costituita da un legante (grassello di calce, calce idrata, calce idraulica naturale, cemento, gesso) o da più leganti (malta bastarda composta da grassello di calce e calce idraulica naturale rapporto 2-3:1; calce idraulica naturale e cemento rapporto 2-1:1; grassello di calce e gesso; calce idraulica naturale e gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, cocci pesto, pozzolana ecc.) in rapporto variabile, secondo le prescrizioni di progetto, da 1:3 a 1:1; la malta potrà essere eventualmente caricata da pigmenti o terre coloranti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di terre) e/o da additivi di vario genere (fluidificanti, aeranti ecc.). Nel caso in cui il pigmento dovesse essere costituito da pietra macinata, questo potrà sostituire parzialmente o interamente l'inerte.

Tabella 20.1 Composizione indicativa in volume di malte a base di calce

Leganti	Inerti
---------	--------

Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Sabbione	Sabbia grana fine	Pietra calcareo macinata gr. media	Polvere di marmo	Coccio pesto macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pozzolana
	1		2					
2	1	5						
1					2			
0,5	0,5			2		1		
1								3
	3		1					2
3	1	4				4		
1			1				2	
0,5	0,5		1	1		1		
	1		2					1
2	1		1				4	
2	0,50		1		2			
1							1,5	
1	0,5	0,5		2	1	1		
0,5	0,5		2	1				
1	1		2	2				1
0,5	0,5				0,25			1
Sabbione asciutto (granulometria: 2 parti 1,5-5 mm+1 parte 0,5-1,2)								
Sabbia vagliata fine (granulometria 0,5 a 0,8 mm)								

Tabella 20.2 Composizione indicativa in volume di malte bastarde (calce + cemento)

Legante			Inerte					
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Cemento bianco	Sabbione	Sabbia grana fine	Polvere di marmo	Coccio pesto macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pietra calcareo macinata gr. media
	1	2	5					
	2	1	6					
1		0,10	2,5					
1		0,25		0,25			2	
0,25	1	0,25		2	1			
0,50		0,50			1	1		
1	0,50	0,50			4			
2		0,50			3			
2		0,50				4		
Legante			Inerte					
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Cemento bianco	Sabbione	Sabbia grana fine	Polvere di marmo	Coccio pesto macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pietra calcareo macinata gr. media
0,50		0,50			1	1		1
0,50		0,50		1	1			1
	0,50	0,50			0,25	1		
	0,50	0,50		2				1
0,50	0,50	1	1			1		0,75

Gli impasti sopra descritti dovranno possedere le caratteristiche indicate nel progetto e quantomeno le caratteristiche seguenti:

– presentare un’ottima compatibilità chimico-fisica sia con il supporto sia con eventuali parti limitrofe (specialmente nel caso di rappezzo di intonaco). La compatibilità si manifesterà attraverso il coefficiente di dilatazione, la resistenza meccanica e lo stato fisico dell’impasto (granulometria

inerte, tipologia di legante ecc.);

- avere una consistenza tale da favorire l'applicazione;
- aderire alla struttura muraria senza produrre effetto di slump e legarsi opportunamente a questa durante la presa;
- essere sufficientemente resistente per far fronte all'erosione, agli inconvenienti di origine meccanica e agli agenti degradanti in genere;
- contenere il più possibile il rischio di cavillature (dovrà essere evitato l'utilizzo di malte troppo grasse);
- opporsi al passaggio dell'acqua, non realizzando un rivestimento di sbarramento completamente impermeabile, ma garantendo al supporto murario la necessaria traspirazione dall'interno all'esterno;
- presentare un aspetto superficiale uniforme in relazione alle tecniche di posa utilizzate.

Per ulteriori indicazioni inerenti la caratterizzazione e la composizione di una malta da utilizzare in operazioni di restauro si rimanda a quanto enunciato nelle norme UNI 10924, 11088-89.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza alle norme UNI vigenti sarà sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti varranno i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla D.L.

Prodotti vernicianti: i prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formeranno una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distingueranno in:

- tinte, se non formeranno pellicola e si depositeranno sulla superficie;
- impregnanti, se non formeranno pellicola e penetreranno nelle porosità del supporto;
- pitture, se formeranno pellicola ed avranno un colore proprio;
- vernici, se formeranno pellicola e non avranno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), avranno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato. Questo ultimo tipo di rivestimento dovrà essere utilizzato solo dietro specifica autorizzazione della D.L. e degli organi di tutela del manufatto oggetto di trattamento.

I prodotti vernicianti dovranno possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica con il supporto;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla D. L. I dati si intenderanno presentati secondo le norme UNI8757 e UNI8759 ed i metodi di prova saranno quelli definiti nelle norme UNI vigenti.

PRODOTTI RIGIDI

a) Per le piastrelle di ceramica varrà quanto riportato nell'art. 70.

b) Per le lastre di pietra varrà quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto varranno i criteri di

accettazione generali indicati nell'art. 9 "Pietre naturali e ricostruite" integrati dalle prescrizioni date nell'art. 10.3 "Prodotti pietra naturale per pavimentazioni" (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Dovranno, comunque, essere previsti gli opportuni incavi, fori ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica varrà quanto riportato nel progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza varranno quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla D.L. Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi ecc. Per gli elementi verniciati, smaltati ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento. La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

PRODOTTI FLESSIBILI

a) Le carte da parati dovranno rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e quando richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate. Le confezioni dovranno riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni ecc.; inversione dei singoli teli ecc.

b) I tessuti per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità ecc. per la posa a tensione.

Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle norme UNI EN 233, 235 sarà considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

75 VESPAIO AREATO

Realizzazione di vespaio aerato mediante fornitura e posa in opera di casseforme in plastica riciclata tipo Igloo, per la rapida formazione, a secco, di una piattaforma pedonabile autoportante sopra cui eseguire la gettata di calcestruzzo di C25/30 per il riempimento del cassero fino alla sua sommità (a raso) e di una soletta superiore armata con rete elettrosaldata Ø 8 cm di maglia 20 x 20 cm, livellata e tirata a frattazzo.

Le casseforme tipo Iglù® dovranno avere dimensioni di 50 x 50 cm (in interasse), foggia convessa in appoggio unicamente sui quattro piedi laterali per garantire massima ventilazione e agevolare il passaggio delle utenze e possedere a secco una resistenza allo sfondamento di 150 kg in corrispondenza del centro dell'arco mediante pressore di dimensioni 8 x 8 cm.

La cassaforma in plastica riciclata tipo Iglù non deve rilasciare sostanze inquinanti, deve essere corredata da Certificato di Conformità Ambientale e prodotta da Azienda Certificata secondo le Norme Internazionali UNI EN ISO 9001 (Qualità), UNI EN ISO 14001 (Ambiente); BSI OHSAS 18001 (Sicurezza) e SA 8000 (Responsabilità Sociale). La ditta fornitrice delle casseforme Iglù® dovrà inoltre esibire certificazione di prodotto approvato da ente membro EOTA (European Organisation for Technical Approvals).

76) - CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI E LETTRICI

4.1 – Norme Impianti elettrici

I materiali usati dovranno essere di ottima qualità e corrispondenti perfettamente al servizio cui sono destinati, l'impiego degli stessi dovrà essere eseguito nel pieno rispetto della norma tecnica CEI

64/8. Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alle leggi 1° marzo 1968 n. 186 e del DM n. 37/2008. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

CEI 11-17 (1997). Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 64-8 (1998 - varie parti). Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.

CEI 64-2 (1998) e relativo fascicolo complementare 64-2; A. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.

CEI 64-12. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.

CEI 11-8 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra. CEI 103-1 (1997 - varie parti). Impianti telefonici interni.

CEI 64-50=UNI 9620. Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.

Inoltre vanno rispettate le disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della legge 818 del 7 dicembre 1984 per quanto applicabili.

4.2 – Alimentazione e connessioni elettriche

L'alimentazione elettrica dei locali sede del dipartimento è distribuita dal quadro generale di piano con tensione 380/230V trifase e monofase, e dovrà essere eseguita esclusivamente con cavo in corda rigida di rame ricotto stagnato isolato in gomma EPR, FG7 OR , non propagante di incendio (CEI 20-

22 II), non propagante di fiamma (CEI 20-35) a contenuta emissione di gas corrosivi (CEI 20-37 I), con guaina di mescola isolante con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11, CEI 20-34) per tensioni nominali 600/1000 V. Il cavo dovrà riportare stampigliato a rilievo la designazione secondo tabelle CEI-UNEL 35011, G-SETTE numero di conduttori per sezione CEI 20-

22 II, la marca o provenienza di prodotto, la marcatura metrica progressiva e marchio IMQ.

La messa a terra di armature metalliche ed apparecchiature sarà collegata all'impianto di terra esistente.