
	COMUNE DI BOLOGNA	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
		PARTE II - TITOLO II - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI
		CAPO II - OPERE DI RESTAURO

CAPO II - OPERE DI RESTAURO

(Rev. 22 del 29/09/2016, D.Lgs 50/2016)


Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 1

 COMUNE DI BOLOGNA	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
	PARTE II - TITOLO II - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI
	CAPO II - OPERE DI RESTAURO

Art. 55

1	PRESCRIZIONI GENERALI.....	4
1.1	NOTA INTRODUTTIVA.....	4
1.2	PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
	Legge 20.03.1865 n.2248 (allegato F) e Legge 62 del 2005.....	4
1.3	DISPOSIZIONI GENERALI IN MATERIA DI RESTAURO DI BENI IMMOBILI E MOBILI.....	4
1.3.1	COMPETENZE.....	4
1.3.2	DICHIARAZIONE DELL'INTERESSE CULTURALE.....	5
1.3.3	VIGILANZA SUI BENI CULTURALI.....	5
1.3.4	NORME UNI NorMal.....	5
1.3.4.1	Materiali lapidei naturali ed artificiali.....	5
1.3.4.2	Manufatti lignei.....	6
1.3.4.3	Malte storiche e da restauro.....	6
1.3.5	ISTITUTO CENTRALE DEL RESTAURO-ROMA.....	6
1.3.6	OPIFICIO DELLE PIETRE DURE E LABORATORI DI RESTAURO-FIRENZE.....	7
1.4	PREVENZIONE E PROTEZIONE PER IL RISCHIO NEI CANTIERI DI RESTAURO E NEI LABORATORI DI PROVE SUI MATERIALI.....	7
1.5	CRITERI DI MISURAZIONE.....	8
1.5.1	OPERE COMPIUTE.....	8
1.5.1.1	Lavori a corpo.....	8
1.5.1.2	Lavori a misura.....	8
1.6	PRESCRIZIONI TECNICHE.....	9
1.7	DOCUMENTAZIONE FINALE A CURA DELL'IMPRESA.....	10
1.7.1	CAMPAGNA FOTOGRAFICA (iniziale, durante il restauro e ad opera completata).....	10
1.7.2	ANALISI VISIVE E VERIFICHE PRELIMINARI.....	10
1.7.3	CAMPIONATURE E INDAGINI PREVENTIVE.....	10
1.7.4	RESTITUZIONE GRAFICA DELLE ZONE D'INTERVENTO.....	11
1.7.5	SCHEDE TECNICHE DEI PRODOTTI E DOSAGGI IMPIEGATI.....	11
1.7.6	SCHEDE TECNICHE DI RESTAURO.....	11
1.7.7	COLLAUDO.....	11
1.8	QUALITA',INDAGINI ,PROVE DEI MATERIALI.....	12
1.8.1	INDAGINI.....	12
1.9	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DEL MATERIALE LAPIDEO CONSOLIDATO.....	13
1.10	DEFINIZIONI E BREVI CENNI DI TECNICHE.....	14
1.11	METODOLOGIE DI RESTAURO E CONSOLIDAMENTO.....	15
1.11.1	ASPORTAZIONI,SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO DI RIVESTIMENTI LAPIDEI.....	15
1.11.2	DISCIALBO, RASCHIATURA.....	16
1.12	PRECONSOLIDAMENTO.....	17
1.12.1	DEBOLI STUCCATURE.....	17
1.12.2	NEBULIZZAZIONE DI MISCELE DI SILICATO DI ETILE.....	17
1.12.3	VELINATURE.....	17
1.12.4	SOSPENSIONI DI IDROSSIDO DI CALCIO.....	18
1.12.5	MICRO INIEZIONI DI MISCELE A BASSA PRESSIONE.....	18
1.13	PULITURE.....	19
1.13.1	PULITURA DI MATERIALI LAPIDEI.....	19
1.13.1.1	Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Enzimi.....	19
1.13.1.2	Pulitura Laser.....	20
1.13.1.3	Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione.....	20
1.13.1.4	Pulitura mediante macchina idropulitrice a pressione controllata.....	20
1.13.1.5	Pulitura mediante spray d'acqua nebulizzata.....	20
1.13.1.6	Pulitura mediante acqua atomizzata.....	20

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 2

 COMUNE DI BOLOGNA	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
	PARTE II - TITOLO II - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI
	CAPO II - OPERE DI RESTAURO

1.13.1.7	Pulitura meccanica (spazzole, bisturi, spatole ecc.).....	21
1.13.1.8	Pulitura mediante solventi.....	21
1.13.1.9	Pulitura mediante impacchi.....	21
1.13.1.10	Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di acqua (estrazione sali solubili).....	21
1.13.1.11	Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di sostanze chimiche.....	22
1.13.1.12	Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di carbonato e bicarbonato d'ammonio.....	22
1.13.1.13	Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di resine a scambio ionico.....	22
1.13.1.14	Pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi (sistema Jos e Rotec).....	23
1.13.1.15	Pulitura mediante microsabbatura di precisione.....	23
1.13.1.16	Pulitura a secco con spugne wishab.....	23
1.13.1.17	Macroflora.....	23
1.13.1.18	Microflora.....	24
1.13.2	MATERIALI LIGNEI.....	24
1.13.2.1	Pulitura meccanica manuale.....	25
1.13.2.2	Sverniciatura con decapante neutro.....	25
1.13.2.3	Pulitura ad aria calda o a fiamma.....	25
1.14	STUCCATURE, INTEGRAZIONI.....	25
1.14.1	STUCCATURE INTEGRAZIONI DI MATERIALI LAPIDEI.....	25
1.14.1.1	Stilatura di giunti e risarcimento.....	27
1.14.1.2	Integrazione cromatica.....	27
1.14.2	INTEGRAZIONE PITTORICA IN DIPINTI MURARI.....	27
1.14.3	INTEGRAZIONI E STUCCATURE DI MATERIALI LIGNEI.....	28
1.15	CONSOLIDAMENTO SU MATERIALI LAPIDEI.....	28
1.15.1	CONSOLIDAMENTI CORTICALI DI SUPERFICIE.....	29
1.15.2	CONSOLIDAMENTI PROFONDI.....	29
1.15.3	SIGILLATURA DEI MATERIALI CON RESINE SINTETICHE.....	30
1.15.4	INIEZIONI CON MISCELE LEGANTI.....	30
1.15.5	MESSA IN SICUREZZA LASTRE DA RIVESTIMENTO.....	31
1.15.6	CONSOLIDAMENTO DELLA PELLICOLA PITTORICA.....	31
1.16	PROTEZIONI.....	31
1.16.1	PROTEZIONI SUPERFICIALI DELLE CRESTE.....	32
1.16.2	PROTEZIONE DI MATERIALI LIGNEI.....	32
1.16.2.1	Trattamento con olio di lino.....	32
1.16.2.2	Trattamento con sostanze antitarlo, antimuffa e antifungo.....	32
1.17	PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO IN SEQUENZA.....	32
1.17.1	ARENARIE E PIETRE A MATRICE SILICATA.....	32
1.17.2	ELEMENTI IN MARMO.....	33
1.17.3	ELEMENTI IN TERRACOTTA E PARAMENTI MURARI.....	33
1.17.4	ELEMENTI IN LEGNO.....	34
1.17.5	ELEMENTI IN FERRO.....	34
1.17.6	INTONACI.....	34

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 3

ART. 55

1 PRESCRIZIONI GENERALI

1.1 NOTA INTRODUTTIVA

La PARTE II è parte integrante del Capitolato speciale d'appalto unitamente alla PARTE I.

La parte II – TITOLO II relativa alle prescrizioni tecniche dei beni culturali (affidati o non affidati congiuntamente a lavori afferenti ad altre categorie, come disposto all'art.200 del D.Lgs 163/2006), è composto da una parte generale contenuta nel CAPO I – OPERE EDILI, comprese le schede tecniche specifiche per le opere compiute (13.RST, 12.OED) e per i materiali (03.RST e 03.MAT), oltre ad ulteriori eventuali schede, secondo valutazioni specifiche del progettista e dal CAPO II- OPERE DI RESTAURO, specifica per il restauro dei beni culturali; la scheda di prescrizioni tecniche generali è parte integrante della scheda relativa al restauro dei beni culturali.

1.2 PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lavori Pubblici

D.Lgs. 12.04.2006 n.163 Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

D.P.R. 05.10.2010 n.207 e "Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" e successive modifiche e integrazioni"

Legge 20.03.1865 n.2248 (allegato F) e Legge 62 del 2005

D.M. 19.04.2000 n.145 e successive modificazioni e integrazioni - Nuovo capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici per quanto non abrogato dal D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207;

Sicurezza e salute nei cantieri e tutela dell'ambiente

D.Lgs. 09.04.2008 n.81 e successive modificazioni e integrazioni – Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza, attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123

D.P.R. 3.07.2003 n. 222– Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei e mobili

D.Lgs.3.04. 2006 n.152-Norme in materia ambientale.

Per quanto allo smaltimento dei rifiuti speciali e pericolosi si veda il catalogo europeo di classificazione e le disposizioni vigenti in materia.

Beni culturali

D.Lgs. 22 gennaio 2004 n.42- Codice dei beni culturali e del paesaggio.

D.Lgs. 24.03.2006 n.156 e 157-Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42 in relazione ai beni culturali. Successive integrazioni e modificazioni.

1.3 DISPOSIZIONI GENERALI IN MATERIA DI RESTAURO DI BENI IMMOBILI E MOBILI

1.3.1 COMPETENZE

Le competenze relative ai contratti d'appalto normate all'art.4 comma 3 del D.Lgs 163/2006, per quanto ai beni culturali (art.198 del D.Lgs 163/2006), restano in capo allo Stato che disciplina i contratti relativi alla tutela dei beni culturali sottoposti alle disposizioni di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004 n. 42.

In particolare per la materia del restauro si fa riferimento agli artt.197-257, capo II del D.Lgs.163/2006.

Il restauro cui si riferiscono le presenti prescrizioni, è relativo ai beni culturali immobili (quali decori, fregi, etc.) e ai beni mobili.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 4

Il riferimento di elenco prezzi unitari per le opere compiute, è al capitolo 13.RST - Restauro non strutturale e capitolo 12.OED-Opere edili.

In attuazione dell'[articolo 9 della Costituzione](#), la Repubblica tutela e valorizza il patrimonio culturale in coerenza alle attribuzioni di cui all'articolo 117 della Costituzione e secondo le disposizioni del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al D.Lgs. n. 42/2004 e successive modificazioni.

"La tutela dei beni archeologici e, più in generale, di quelli culturali, ha il fine di garantire la fruizione, anche per le generazioni future, di un patrimonio universale ed inestimabile, la cui conservazione assume un valore che prescinde da qualsiasi monetizzazione e si pone - oggettivamente - come principio superiore a quelli indicati dal D.Lgs. 163/2006 e perciò prevalente su di essi." (Determinazione 19 maggio 2004, n.9 dell'Autorità di Vigilanza sui LLPP).

1.3.2 DICHIARAZIONE DELL'INTERESSE CULTURALE

Fa parte integrante del progetto la dichiarazione, allegata al contratto, che accerta la sussistenza dell'interesse culturale, di cui all'[articolo 10, comma 3](#) del Codice dei beni culturali; tale dichiarazione non è richiesta per i beni di cui all'[articolo 10, comma 2](#) del Codice, in quanto tali beni rimangono comunque sottoposti a tutela.

Fanno parte integrante del progetto per opere di particolare complessità o specificità (art.202 D.Lgs 163/2006), una o più schede tecniche finalizzate alla puntuale individuazione delle caratteristiche del bene oggetto dell'intervento da realizzare; tale scheda è obbligatoria qualora si tratti di interventi relativi ai beni mobili e alle superfici decorate di beni architettonici; qualora si tratti di interventi relativi a beni mobili e alle superfici decorate dei beni architettonici la scheda è redatta da restauratori di beni culturali.

1.3.3 VIGILANZA SUI BENI CULTURALI

La vigilanza sui beni culturali compete al Ministero, ai sensi degli artt. 18 e 19 del "Codice dei beni culturali", pertanto l'impresa appaltatrice è tenuta a predisporre la visita dei soprintendenti i quali possono procedere in ogni tempo, previo preavviso alla DL non inferiore a cinque giorni, fatti salvi i casi di estrema urgenza, ad ispezioni volte ad accertare l'esistenza e lo stato di conservazione e di custodia dei beni culturali cui i sovrintendenti possono dare corso in qualsivoglia momento.

1.3.4 NORME UNI NorMal

Le norme UNI hanno valore di indicazione e buona norma per quanto riguarda la terminologia e la classificazione dei materiali e delle lavorazioni.

Di seguito si elencano a titolo esemplificativo e non esaustivo, le principali norme UNI di riferimento, il cui campo di attività si riferisce alla conservazione dei beni culturali (in ambiente non confinato e confinato), quali pietre, malte, stucchi, prodotti ceramici, calcestruzzi, vetri, mosaici, policromie, metalli, carta, legno, tessuti.

Le norme UNI fanno riferimento anche a definizioni terminologiche, a metodologie analitiche per la caratterizzazione del materiale, dello stato di conservazione, degli agenti di degrado, per la valutazione dell'efficacia dei prodotti e delle metodologie di applicazione, di rilievo e documentazione, d'intervento per il restauro dei beni architettonici, storico-artistici, archeologici, etc.

1.3.4.1 Materiali lapidei naturali ed artificiali

Con il termine "materiale lapideo" si intendono, in accordo alle raccomandazioni NorMaL, i marmi e le pietre propriamente dette, gli stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici come laterizi, terrecotte, porcellane.

UNI 10813:1999-Verifica della presenza di microrganismi fotosintetici su materiali lapidei mediante determinazione spettrofotometrica UV/Vis delle clorofille a, b e c

UNI 10859:2000-Determinazione dell'assorbimento d'acqua percapillarità.

UNI 10921:2001-Prodotti idrorepellenti- Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche

UNI 10922:2001-Allestimento di sezioni sottili e sezioni lucide di materiali lapidei colonizzati da biodeteriogeni

UNI 10923:2001-Allestimento di preparati biologici per l'osservazione al microscopio ottico

UNI 10925:2001-Metodologia per l'irraggiamento con luce solare artificiale

UNI 11060:2003- Determinazione della massa volumica e della percentuale di vuoti

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 5

UNI 11085:2003-Determinazione del contenuto d'acqua: Metodo ponderale
 UNI 11086:2003-Determinazione del contenuto d'acqua di equilibrio
 UNI 11087:2003-Determinazione del contenuto di sali solubili
 UNI 11121:2004-Determinazione in campo del contenuto di acqua con il metodo al carburo di calcio
 UNI 11177:2006-Istruzioni complementari per l'applicazione della EN ISO 12571-Prestazione igrotermica dei materiali e dei prodotti per edilizia-Determinazione delle proprietà di assorbimento igroscopico
 UNI 11182:2006-Descrizione della forma di alterazione-Termini e definizioni
 UNI 11187:2006-Pulitura con tecnologia laser
 UNI 10739:1998-Tecnologia ceramica-Termini e definizioni.
 UNI 11084:2003-Caratterizzazione
 UNI 10924:2001-Malte per elementi costruttivi e decorativi-Classificazione e terminologia
 UNI 10945:2001-Caratterizzazione degli strati pittorici-Generalità sulle tecniche analitiche impiegate.
 UNI 10969:2002-Principi generali per la scelta e il controllo del microclima per la conservazione dei beni culturali in ambienti interni
 UNI 11120:2004-Misurazione in campo della temperatura dell'aria e della superficie dei manufatti
 UNI 11131:2005-Misurazione in campo dell'umidità dell'aria
 UNI 11176:2006-Descrizione petrografica di una malta

1.3.4.2 Manufatti lignei

UNI 11118:2004-Criteri per l'identificazione delle specie legnose
 UNI 11119:2004-Strutture portanti degli edifici- Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera
 UNI 11130:2004-Terminologia del degradamento del legno
 UNI 11138:2004-Manufatti lignei- Strutture portanti degli edifici- Criteri per la valutazione preventiva, la progettazione e l'esecuzione di interventi
 UNI 11141:2004-Linee guida per la datazione dendrocronologica del legno
 UNI 11161:2005-Linee guida per la conservazione, il restauro e la manutenzione
 UNI 11162:2005-Supporti dei dipinti su tavola- Terminologia delle parti componenti

1.3.4.3 Malte storiche e da restauro

UNI 11088:2003-Caratterizzazione chimica di una malta- Determinazione del contenuto di aggregato siliceo e di alcune specie solubili
 UNI 11089:2003-Stima della composizione di alcune tipologie di malte
 UNI 11139:2004-Determinazione del contenuto di calce libera e di magnesite libera
 UNI 11140:2004- Determinazione del contenuto di anidride carbonica
 UNI 11189:2006-Metodi di prova per la caratterizzazione chimica di una malta- Analisi chimica

1.3.5 ISTITUTO CENTRALE DEL RESTAURO-ROMA

Carta del rischio e rilevazione del degrado dei monumenti

Fa parte del Ministero per i Beni e le attività Culturali ,l'Istituto Centrale per il Restauro che ha mappato il territorio nazionale fornendo il Sistema Informativo Territoriale della "Carta del Rischio", sulla base della quale è stata calcolata l'intensità del rischio di perdita cui è soggetto il bene specifico da sottoporre a restauro.

Particolare attenzione è data alla classificazione secondo i seguenti parametri fondamentali:

- rischio statico
- rischio ambientale -aria
- rischio determinato da fattori antropici

Fanno parte integrante del capitolato le indagini preliminari cui è stata sottoposta l'opera per la rilevazione del degrado, redatte su apposito fascicolo allegato, seguendo l'ordine di schedatura fornito dall' ICR per il rilevamento e la gestione di informazioni sullo stato di conservazione e di gestione dei singoli manufatti.

A titolo esemplificativo le schede di indagine preliminare sono suddivise in:

- scheda 1-unità edilizia storica, contiene le informazioni principali relative al manufatto architettonico.
- scheda 2 complesso e monumento archeologico, contiene le informazioni principali relative al monumento archeologico.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 6

-scheda 3-opere d'arte; pavimenti, rivestimenti parietali, decorazioni e materiali lapidei archeologici, schede dedicate rispettivamente, a oggetti d'arte e elementi archeologici di pertinenza dell'architettura di particolare pregio ed interesse conservativo, collocati entro manufatti oggetto del rilevamento.

-scheda 6- contenitore di manufatti mobili; sezione dedicata a quei fabbricati che svolgono anche la funzione di contenitori di oggetti d'arte e/o reperti archeologici (musei, depositi archeologici, ecc).

-scheda 9-pericolosità antropica ed esposizione dei beni; sezione dedicata al "rischio antropico", nella quale vengono segnalati, oltre ad indicatori della vulnerabilità del bene in ragione dei danni subiti o potenziali, anche le condizioni di pericolosità locale, ascrivibili al contesto di collocazione del manufatto.

L'ICR ha messo a punto il "Triangolo dei solventi e delle solubilità", utile durante le operazioni di restauro per l'impiego dei solventi .

1.3.6 OPIFICIO DELLE PIETRE DURE E LABORATORI DI RESTAURO-FIRENZE

L'Opificio delle Pietre Dure (OPD) è un Istituto autonomo del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, la cui attività operativa e di ricerca si esplica nel campo del restauro delle opere d'arte.

L'Opificio fornisce un contributo di rilevanza nazionale per esperienza e ricerca nell'area della conservazione e per il laboratorio scientifico che esplica il compito istituzionale basilare dell'OPD circa la diagnostica chimica, biologica e fisica sui manufatti antichi in restauro. Pertanto l'impresa deve attenersi alle indicazioni che verranno fornite dalla stazione appaltante, qualora divenga necessario rivolgersi alla diagnostica o al parere dell'OPD.

1.4 PREVENZIONE E PROTEZIONE PER IL RISCHIO NEI CANTIERI DI RESTAURO E NEI LABORATORI DI PROVE SUI MATERIALI

L'ICR ha messo a punto, in merito al rischio chimico nei cantieri di restauro e nei laboratori di prove, una documentazione che fornisce elementi base e indicazioni che l'appaltatore è tenuto ad osservare, per il rispetto delle condizioni di prevenzione e protezione in merito alla normativa 626/94.

Per quanto all'elevato rischio chimico di alcune miscele in uso nel restauro, il piano della sicurezza definisce la specificità dell'intervento. Ad integrazione del piano della sicurezza o in sua assenza, la ditta appaltatrice deve fare riferimento alla documentazione all'uopo redatta dall'ICR. In particolare al "triangolo interattivo dei solventi e delle solubilità" rintracciabile sul sito **www.icr.beniculturali.it/progetti/trisolv/TriSolv.swf**

La ditta appaltatrice deve rispettare le norme di igiene e di prevenzione ambientale (aerazione, ventilazione) e di prevenzione e protezione individuale di cui ai DPI in uso al personale specializzato che opera, in quanto alcune miscele e molti solventi in uso nel restauro (ad es. acetone, etere etilico, toluene, xilene) possono dare effetti mutageni teratogeni, passare attraverso la pelle e provocare dermatiti o provocare problemi agli occhi; pertanto debbono essere attentamente rispettate le prescrizioni atte a tutelare la salute e la incolumità dei lavoratori, anche qualora non espressamente scritte.

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.

Particolari cautele vanno prese in considerazione dell'alto grado di infiammabilità dei prodotti ,della corrosività, e tossicità, non solo dei solventi organici o delle miscele, ma anche dei formulati con solventi, dei materiali e prodotti non allo stato liquido, come le resine, la polpa di cellulosa, etc.

Le resine, ad es. a scambio ionico, hanno caratteristiche acide, pertanto dovranno essere evitati con cura il contatto con la pelle, con le mucose, con gli occhi ed assolutamente non andrà ingerito tale prodotto. Tale impasto, quando diventa secco e polverulento, diventa ancor più pericoloso poiché potrebbe essere facilmente inalato ed entrare negli occhi.

Per utilizzare, manipolare e/o conservare i prodotti d'impiego, 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.

Particolari accorgimenti debbono essere adottati nell'impiego di strumentazione laser; i dispositivi di sicurezza minimi per operare con strumenti laser comportano la segnalazione con apposito cartello e segno grafico della zona di lavoro, che l'operatore e le persone eventualmente presenti all'interno

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 7

dell'area di lavoro indossino occhiali speciali di protezione, muniti di lenti ad alta densità ottica, capaci di schermare la radiazione infrarossa di 1064 nm di lunghezza d'onda; al di fuori dei periodi di utilizzo lo strumento laser dovrà essere tenuto spento e l'accesso alle apparecchiature dovrà essere controllato.

Altrettanto l'uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell'operatore che, durante l'applicazione, dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'utilizzo di prodotti chimici velenosi. Dato l'uso di sostanze chimiche, reagenti, solventi, ecc, con alto grado di tossicità, infiammabilità, inquinamento, sarà cura della ditta appaltatrice fornire un adeguato piano di smaltimento delle sostanze pericolose impiegate nel restauro, fornendo alla DL la documentazione d'obbligo prevista per legge (DDT, ecc.), in ottemperanza alla normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente.

Altresì, ogni qualvolta si utilizzeranno sistemi di restauro e pulitura che implicheranno l'uso di considerevoli quantitativi d'acqua dovrà essere pianificato in sede di cantiere, prima di procedere con l'intervento, il sistema di raccolta, convogliamento e smaltimento del liquido secondo le disposizioni di legge in materia di tutela dell'ambiente, e dovrà essere prevista la protezione, mediante l'utilizzo di teli impermeabili, delle parti che potrebbero essere danneggiate durante la procedura.

1.5 CRITERI DI MISURAZIONE

Trattandosi di interventi specialistici che molto spesso interesseranno il reale sviluppo superficiale dei manufatti, si procederà, come meglio specificato di seguito.

1.5.1 OPERE COMPIUTE

1.5.1.1 Lavori a corpo

Salvo quanto diversamente specificato in elenco prezzi, si procederà a corpo per tutti quei manufatti complessi, costituiti da materiali di natura diversa, di dimensioni ridotte, di forma complessa o che presentino finiture particolarmente e finemente lavorate, mediante dettagliate e accurate descrizioni progettuali sulle fasi dell'intervento, sulle indagini preliminari, sulle quantità complessive e sul risultato finale che si vuole raggiungere, comprendendo nel prezzo gli oneri in corso d'opera quali le prove di laboratorio, la documentazione fotografica, i rilievi, etc. e tutto quanto la DL in corso d'opera renderà necessario per il compimento dell'opera a regola d'arte per il raggiungimento dello scopo definito in fase di progetto.

1.5.1.2 Lavori a misura

Per il restauro e consolidamento di cornicioni di gronda, marcapiano, fasce, modanature, balaustre, la unità di misura è a metro lineare, salvo quanto diversamente indicato nelle voci di elenco prezzi.

Il prezzo della voce di elenco è valutato in funzione della fattura più o meno complessa, fortemente lavorata o semplice del manufatto, della presenza di lesene, risalti, sporgenze; pertanto non sono previste misure di superficie iscrivibili in forme geometriche, ma la misura corrisponde a quella dello sviluppo lineare del manufatto.

Il prezzo comprende il compenso per la lavorazione degli spigoli, la lavorazione dei risalti, delle lesene, delle linee di distacco, dei doppi profili, etc.

Per i paramenti murari, i bugnati, etc., verranno misurati su un piano parallelo secondo la loro proiezione verticale e i soffitti a cassettoni secondo la loro proiezione orizzontale, senza tenere conto dell'incremento di superficie prodotto dall'aggetto delle bugne ovvero della profondità 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.

Per formelle, stucchi in rilievo, fregi isolati, etc., il prezzo si intende cadauno, valutato in funzione della dimensione di ciascun manufatto, del bassorilievo, dei rilievi medi e degli altorilievi.

Per sculture a tutto tondo dovrà essere misurata la superficie laterale del cilindro medio circoscrivibile incrementato del 20% per sculture di decoro semplice e del 40% per sculture di decoro complesso. Il cilindro medio dovrà essere misurato rilevando la circonferenza in almeno quattro punti significativi

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 8

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.

Per i 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.

Per gli interventi su superfici a volta si calcolerà di norma la proiezione orizzontale per i soffitti aumentata di 1,20, salvo quanto diversamente indicato in elenco prezzi.

1.6 PRESCRIZIONI TECNICHE

Ferme restando le norme che riguardano la realizzazione di un'opera pubblica, gli interventi di manutenzione e restauro su beni culturali mobili e superfici decorate di beni architettonici, normati dall'art.29 del D.Lgs 42/2004-Codice dei Beni culturali e successive modificazioni, sono eseguiti in via esclusiva da coloro che sono restauratori di beni culturali ai sensi della normativa in materia.

I profili di competenza dei restauratori e degli altri operatori che svolgono attività complementari al restauro o altre attività di conservazione dei beni culturali mobili e delle superfici decorate di beni architettonici sono definiti con decreto del Ministro adottato ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, d'intesa con la Conferenza Stato-regioni.

L'impresa è tenuta a subordinare la demolizione delle cose costituenti beni culturali, anche con successiva ricostituzione, in base all' art. 21 del Codice dei beni culturali, alla autorizzazione del Ministero che avviene per tramite della DL. E' soggetto ad autorizzazione del Ministero anche lo spostamento temporaneo e non, dei beni culturali, salvo quanto previsto ai commi 2 e 3 dell'art.21. Fuori dei casi di cui ai commi 1,2,3 dell'art.21 del Codice, l'esecuzione di opere e lavori di qualunque genere su beni culturali è subordinata alle indicazioni della DL, nel rispetto dei vincoli e delle autorizzazioni dalla Soprintendenza.

Nel caso di assoluta urgenza (art 27 del "Codice"), possono essere effettuati gli interventi provvisori indispensabili per evitare danni al bene tutelato, purché ne sia data immediata comunicazione alla DL , la quale è tenuta ad inviare tempestivamente alla Soprintendenza, i progetti degli interventi definitivi per la necessaria autorizzazione.

E' vietato (art.50 del "Codice"), senza l'autorizzazione del Soprintendente e della DL, disporre ed eseguire il distacco di affreschi, stemmi, graffiti, lapidi, iscrizioni, tabernacoli ed altri elementi decorativi di edifici, esposti o non alla pubblica vista, nonché la rimozione di cippi e monumenti, costituenti vestigia della Prima guerra mondiale. Agli obblighi di conservazione e custodia previsti nell'art. 90, commi 1 e 2, è soggetto ogni detentore di cose scoperte fortuitamente e le spese sostenute per la custodia e rimozione sono rimborsate dal Ministero.

Fanno parte integrante dei prezzi unitari di contratto, tutte le prescrizioni per la corretta esecuzione a regola d'arte (es. protezioni da polvere, dall'acqua, utilizzo di apparecchiature speciali, prelievi, campionature, analisi, noli, trasporti, mano d'opera specializzata, ecc), anche qualora non espressamente indicate o richiamate nelle singole voci di elenco prezzi. Al fine di dichiarare l'opera ultimata ed eseguita a regola d'arte, è pure compreso nel prezzo lo smaltimento delle sostanze impiegate, nel rispetto delle norme vigenti in materia di tutela dell'ambiente e di prevenzione e sicurezza dei luoghi di lavoro; come pure si intende prescrittivo per l'impresa e compreso nel prezzo, il rispetto di tutte le specifiche tecniche e degli accertamenti rilasciati dall' ICR e dall'OPD, eventualmente chiamati dalla DL a fornire indicazioni di merito.

1.7 DOCUMENTAZIONE FINALE A CURA DELL'IMPRESA

La ditta appaltatrice deve fornire alla DL, a seguito delle operazioni di restauro, la documentazione necessaria per dichiarare l'opera ultimata ed eseguita a regola d'arte; per ammettere l'opera di cui all'elenco prezzi, alla contabilità, fa parte integrante del prezzo, tutto quanto concerne la registrazione delle informazioni, delle operazioni di restauro eseguite, fra cui si intende compreso quanto segue:

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 9

1.7.1 CAMPAGNA FOTOGRAFICA (iniziale, durante il restauro e ad opera completata)

L'appalto comprende la campagna di schedatura fotografica nelle varie fasi del restauro, le cui immagini debbono essere consegnate per l'archiviazione e per la gestione della banca generale degli elementi costitutivi dei monumenti sottoposti a tutela; devono inoltre risultare la qualificazione del decadimento e gli interventi posti in atto, secondo le tecniche e specifiche previste dall'ICR.

Le immagini che la ditta appaltatrice deve fornire, debbono essere in fotogrammetria speditiva, cioè immagini misurabili e in scala, sulle quali è possibile rappresentare i differenti tematismi del degrado e consentirne una valutazione metrica (utilizzando fotocamera reflex con pellicola a colori 100 ASA o fotocamera digitale con risoluzione minima 5,0 megapixel) e con riproduzione della banda di riferimento "color control". La ditta appaltatrice è tenuta al rispetto delle indicazioni dettate dall' ICR anche qualora le voci di elenco prezzi riportino sommariamente la dicitura: rilievo fotografico o campagna fotografica.

1.7.2 ANALISI VISIVE E VERIFICHE PRELIMINARI

Ogni fase dell'intervento dovrà essere preceduta, a cura della ditta appaltatrice, da una analisi visiva ravvicinata e dalla determinazione dello stato di conservazione e successivamente relazionata in un breve documento esplicativo del risultato dell'analisi.

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni "dinamiche" (che potranno essere dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali in atto, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); in tal caso non si potrà procedere semplicemente alla stuccatura della fessurazione ma si dovranno identificare e risolvere le cause a monte che hanno procurato tale dissesto. L'intervento di restauro sarà lecito solo su fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

1.7.3 CAMPIONATURE E INDAGINI PREVENTIVE

Ogni intervento di restauro dovrà essere preventivamente e puntualmente preceduto da un'accurata campagna diagnostica e di verifica, concordata con la DL, volta a conoscere in maniera completa il manufatto oggetto di intervento, i materiali che lo compongono, la loro consistenza fisico-materica, le tecniche costruttive e di ancoraggio, le patologie in atto, le lesioni esistenti, le eventuali cause indirette di degrado.

Dovrà altresì essere concordata con la DL, ogni singola fase di intervento per la individuazione degli interventi più idonei e per affrontare le specificità che emergessero in corso d'opera.

Per ogni fase del restauro, la DL potrà richiedere di campionare le diverse metodologie e la qualità dei materiali da impiegare, per meglio definire il procedimento più idoneo.

Ogni procedura di discialbo, preconsolidamento, pulizia, consolidamento, distacco di materiali, etc., è vietata senza la preventiva esecuzione di campionature eseguite sotto il controllo ed il benessere della D.L. I campioni dovranno essere catalogati ed etichettati, riportando l'indicazione della data di esecuzione del prelievo, del tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, degli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati, nonché le modalità ed i tempi di applicazione.

1.7.4 RESTITUZIONE GRAFICA DELLE ZONE D'INTERVENTO

Si tratta di una restituzione che ripercorre le tappe dell'intervento, riproducendo lo stato precedente l'intervento, le fasi progressive del restauro e si conclude con il rilievo dello stato di fatto dopo il restauro, comprensivo di particolari, di eventuali sezioni e assonometrie, atte a illustrare la metodologia dell'intervento e a mantenere la memoria dell'intervento stesso.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 10

1.7.5 SCHEDE TECNICHE DEI PRODOTTI E DOSAGGI IMPIEGATI

In accompagnamento a fotografie e a rilievi, la ditta fornisce le specifiche di fabbrica, comprensive delle indicazioni della concentrazione usata, della percentuale del solvente utilizzato, etc, al fine di dettagliare l'intervento eseguito.

Per quanto in particolare, al rapporto e ai dosaggi dei materiali, dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

–tipo di prodotto utilizzato con relativo, nome commerciale affiancato dall'eventuale sigla industriale e nome della ditta produttrice. Occorre tenere presente che alcune fabbriche producono un'ampia gamma del medesimo prodotto; questa specifica vale specialmente per i prodotti di tipo chimico, ma anche per le calce, gli inerti e i prodotti premiscelati (intonaci, tinte, ecc.).

–solvente utilizzato (ad esempio: acqua, acetone, diluenti nitro, trielina, acquaragia ecc.); risulta importante conoscere il tipo di solvente utilizzato dal momento che può influenzare vari fattori tra i quali la penetrazione della resina nel materiale da consolidare (spesso infatti dipende dalla viscosità della soluzione), la resa "estetica" sulla superficie corticale, il tempo di "essiccazione" della resina;

–tipo di diluizione usata e di concentrazione, a seconda se si tratta rispettivamente di soluzioni o emulsioni.

Per determinare il rapporto tra legante ed inerte si ricorrerà al rapporto v/v (ad es.in volume: calce idraulica 1 parte, grassello di calce 3 parti, sabbia silicea lavata 8 parti, cocci pesto 2 parti; il rapporto legante-inerte che ne risulta è pari a 1/2,5; le sabbie impiegate nell'impasto devono essere asciutte, ma se si ricorre a sabbie umide si dovrà tenere conto di incrementare il loro volume mediamente del 15-20% rispetto a quello che si sarebbe impiegato nel caso di sabbie asciutte).

–numero e modalità di applicazione , quali a spruzzo, a pennello, a tasca, per percolazione, per iniezione etc.; tali informazioni sono utili per verificare l'efficacia o meno di un trattamento nel tempo e per riprodurlo o, eventualmente, modificarlo.

1.7.6 SCHEDE TECNICHE DI RESTAURO

(redatte sulla base di quelle redatte in fase progettuale)

L'operatore appunta le eventuali modifiche apportate durante i lavori. Nel caso in cui la D.L. non avesse preliminarmente redatto schede di questo tipo sarà cura dell'appaltatore redigerle integralmente.

Le informazioni peculiari delle schede tecniche di restauro (es. consolidamento dell'apparecchio murario con iniezioni di malta a base di calce, oppure consolidamento d'intonaco con resina acrilica) indicano il tipo di materiale impiegato, il dosaggio impiegato e il procedimento adottato.

1.7.7 COLLAUDO

In alcuni casi di consolidamento è previsto dagli elaborati di progetto, il collaudo; può divenire necessario per interventi particolari in cui si renda necessario un controllo funzionale dell'intervento eseguito; in tale caso la ditta appaltatrice è tenuta ad effettuare il collaudo con le modalità richieste dalla DL, per certificare la resa, mediante tecniche non distruttive, di norma corrispondenti a quelle utilizzate per localizzare le zone di intervento; ad esempio quando si eseguono iniezioni con miscele leganti e consolidanti, la DL potrà richiedere la verifica-collaudo in corso d'opera, mediante un indagine termografica per visualizzare i percorsi preferenziali del materiale iniettato e l'immediata segnalazione del formarsi di eventuali sacche e/o distacchi).

1.8 QUALITA',INDAGINI ,PROVE DEI MATERIALI

Poiché le tecniche del restauro si sviluppano con il rapido progredire della ricerca e si modificano in funzione delle tecnologie relative, le prescrizioni che si riportano sono soggette ad adeguamenti non sempre trascritti ;

l'impresa è comunque tenuta a rispettare le indicazioni degli istituti nazionali di restauro e della soprintendenza, anche qualora non espressamente trascritti, senza che ciò costituisca incremento di

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 11

prezzo; in sede di progetto le descrizioni delle opere da eseguire saranno attinenti alle tecniche in uso e i prezzi unitari saranno valutati al momento della gara d'appalto.

Altrettanto dicasi per le definizioni di dettaglio in fase preventiva, in quanto la materia del restauro, non consente definizioni maggiori in sede progettuale; ciò non darà titolo all'impresa a pretendere maggiori compensi rispetto ai prezzi pattuiti per eseguire l'intervento in appalto.

Di seguito si indicano in modo non esaustivo, le fasi di restauro, le metodologie ricorrenti e le prescrizioni minime cui l'impresa appaltatrice deve attenersi per il trattamento delle superfici e delle materie in stato di decoesione affette da fenomeni di erosione, dilavamento, da dissesti o in presenza di parti pericolanti.

1.8.1 INDAGINI

Il progetto di restauro dovrà essere redatto in stretta relazione con la campagna d'indagini diagnostiche eseguita sul manufatto oggetto d'intervento. Il progetto diagnostico dovrà fornire un'anamnesi appropriata del manufatto analizzato e governare il progetto esecutivo d'intervento.

Ogni tipo di indagine dovrà essere concordata con la D.L. in relazione al tipo di procedura da mettersi in opera e all'eventuale zona del prelievo. Per i criteri inerenti l'applicazione delle prove non distruttive si rimanda a quanto enunciato nel documento NorMaL 42/93. Nei casi in cui le indagini richiedessero l'esecuzione di minimi prelievi di materiale questi, potranno essere eseguiti dietro autorizzazione della D.L. In ogni modo non dovrà essere tollerato il ricorso sistematico a tecniche distruttive. In presenza di manufatti di particolare valore storico, architettonico, archeologico o documentario i suddetti campioni di materiale dovranno essere prelevati seguendo le prescrizioni indicate nel documento NorMaL 3/80;

Le indagini conoscitive si divideranno in due categorie:

-indagini distruttive: le indagini di tipo invasivo o "distruttivo", si basano sull'esigenza di operare un'ispezione diretta e necessitano di veri e propri campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche di laboratorio.

-indagini non distruttive: si possono definire indagini non distruttive tutte quelle tecniche la cui applicazione non compromette l'integrità funzionale della struttura e, allo stesso tempo, non implica il danneggiamento o l'alterazione dell'aspetto di parti di essa.

α) Indagine stratigrafica non distruttiva

Nei casi in cui il progetto richieda un'indagine stratigrafica indirizzata a dedurre la sequenza degli strati e la configurazione di intonaci e coloriture dovrà essere eseguita una campionatura, circoscritta alle zone meno colpite dagli agenti atmosferici o antropici (ad es. sottogronda, sotto i balconi ecc.) delle superfici indagate. In linea generale dovrà essere escluso il prelievo al piano terra, causa l'elevato grado di degrado (graffiti od affissioni deturpanti, etc.) e i molto strati di tinta dovuti a frequenti manutenzioni.

La procedura prevede la definizione dei campioni (circa 5 x 5 cm) sulla superficie; il primo campione verrà lasciato integro come testimonianza dello stato di fatto accertato, il secondo dovrà essere semplicemente pulito così da asportare eventuali depositi causa di alterazioni cromatiche dell'ultimo strato, il terzo dovrà essere inciso perimetralmente, ricorrendo all'uso di un bisturi e di una riga metallica, così da poter asportare il primo strato. L'operazione proseguirà sino ad arrivare al supporto facendo attenzione a segnalare eventuali strati intermedi di imprimitura rilevabili tra strato e strato.

Ogni strato rilevato dovrà essere opportunamente numerato e fotografato; le indicazioni desunte dovranno essere trasferite su grafici in scala. L'indagine dovrà concludersi con la redazione di una scheda, per ogni campione, in grado di segnalare per ogni strato individuato, la successione delle cromie e dei livelli, la relazione tra le parti (ovvero tra unità stratigrafiche e gli avvicendamenti subiti dal manufatto nel tempo) e la comparazione con quanto desunto alle indagini storiche realizzate.

β) Indagine termografica non distruttiva

L'indagine termografica è un'analisi di tipo qualitativo, rigorosamente "non distruttiva", a carattere estensivo (fornirà tutti i dati che rientreranno all'interno del quadro dell'obiettivo rilevatore), di rapida esecuzione che consente, in tempo reale, di acquisire informazioni globali o parziali a seconda del contesto e dello scopo dello studio. Questa analisi si basa sul principio della termodinamica per il quale ogni corpo è caratterizzato da una propria emissione termica in relazione della sua temperatura superficiale; la banda delle radiazioni infrarosse permette la visualizzazione di immagini non comprese nel campo del visibile.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 12

Le diversità riscontrate nell'emissione, dovute alla conducibilità termica e al calore specifico, saranno riferite ai diversi materiali (laterizio, pietra, malta, legno ecc.) che compongono la struttura e/o la superficie indagata.

Per ottenere la sensibilità termica ottimale e un'immagine esente da disturbi, sarà necessario che il raffreddamento dei rilevatori sia a temperatura più bassa possibile ed indipendente dalla temperatura ambientale; i sistemi di raffreddamento dei sensori in uso sono sistemi criogenici che impiegheranno azoto liquido od argon, sistemi a circuito chiuso Stirling o sistemi termoelettrici. Se non diversamente specificato dalla D.L. non sarà possibile eseguire l'indagine in presenza di pioggia, vento e soleggiamento diretto.

Questo tipo di indagine potrà essere eseguita su ogni tipo di superficie ed apparecchio murario; andrà, in ogni caso, tenuto presente che, a seconda del tipo di rivestimento, si potranno ottenere risposte differenti relative a problematiche diverse;

Sarà specifica cura dell'appaltatore porre particolare attenzione, qualora si dovessero svolgere indagini su superfici dipinte per le quali la sollecitazione termica dovrà essere effettuata nell'assoluto rispetto delle superfici pittoriche estremamente sensibili agli stress termici. In questo caso l'impresa dovrà dotarsi di batterie di lampade a bassa potenza non focalizzate sulla parete da riscaldare e localizzate a distanza di sicurezza dalle zone dipinte.

Laddove la superficie da indagare non sia riscaldata per irraggiamento solare diretto e dietro specifiche della D.L., l'appaltatore dovrà utilizzare corpi (preferibilmente termoconvettori), in grado di diffondere uniformemente il calore sulla superficie; l'uso di lampade ad infrarosso dovrà essere evitato in quanto comporta un riscaldamento meno omogeneo e una lettura meno efficiente.

L'indagine termografica è utile al fine di ricavare informazioni nello studio del degrado dei rivestimenti (intonaci, lastre di pietra, pellicole pittoriche, piastrelle di ceramica ecc.) e delle strutture murarie evidenziando la discontinuità dei distacchi, la stratificazione delle fasi costruttive (consente la lettura dei corpi di fabbrica aggiunti) individuando al disotto della superficie intonacata elementi architettonici e/o strutturali (es. ammorsature tra le tessiture murarie, architravi, piattabande, colonne o pilastri, inserti in legno, catene in ferro, archi di scarico ecc.) e i differenti materiali componenti le murature (es. corsi di malta, pietra, mattoni, zanche ecc.); inoltre è utile per rilevare eventuali tamponature di porte e finestre, di fodere e "rimpalli" murari e anche la tipologia dell'apparecchio murario, l'orditura dei solai, le centinature celate da controsoffitti, le cavità, le discontinuità murarie e/o strutturali, etc;

Al termine dell'indagine, l'appaltatore dovrà restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto mediante anche una relazione di interpretazione dati.

1.9 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DEL MATERIALE LAPIDEO CONSOLIDATO

È necessario inserire all'interno dei programmi di manutenzione dei controlli periodici mirati alla verifica dell'effettiva validità delle operazioni di restauro in modo da poter realizzare il monitoraggio nel tempo e testarne il comportamento, tramite prove e successive analisi con controlli periodici cadenzati nel tempo.

A titolo esemplificativo, occorre prevedere nei programmi di manutenzione, il controllo periodico delle protezioni delle superfici esterne in quanto l'efficacia dei prodotti impiegati è limitata nel tempo e varia per un periodo che va dai 5 ai 10 anni, dopodiché vengono a mancare le caratteristiche di idrorepellenza e di ostacolo all'aggressione degli inquinanti atmosferici; per questo si rende necessario la messa in opera di ripetuti interventi protettivi nel tempo da inserire nei programmi di manutenzione ciclica.

1.10 DEFINIZIONI E BREVI CENNI DI TECNICHE

Dispersione. Miscela eterogenea nella quale il soluto è presente come aggregato di molecole soprattutto solidi costituiti da macromolecole (es. resine sintetiche).

Soluzione. Miscela omogenea di molecole in cui la componente solida (resina) è disciolta in un solvente liquido (acqua, acetone, trielina, diluenti nitro, etc.); il calcolo della percentuale si realizza con il rapporto peso (solido) su volume (solvente) che si esprimerà p/v. Le soluzioni sono facilmente assorbite dal sistema capillare dei materiali e il solvente una volta evaporato, consente alla resina di riacquistare le

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 13

proprie caratteristiche iniziali. Le soluzioni sono sempre trasparenti e la loro viscosità è, generalmente, bassa.

Emulsione. Composto dove due elementi non miscelabili (resina ed acqua) sono tenuti uniti da elementi (tensioattivi o saponi) capaci di legarsi con entrambi. Il calcolo della percentuale si realizza con il rapporto volume (del prodotto da diluire) su volume (del solvente) che si esprimerà v/v. Le emulsioni sono lattiginose, hanno notevoli poteri adesivi ma, una volta secche, sono difficili da rimuovere. Generalmente sono utilizzate su fessure o distacchi medio- piccoli, in quanto la resina in soluzione troppo fluida non colma i vuoti fra le fessure.

Concentrazioni. Si parlerà di concentrazione nel caso di dissoluzione di un solido in un liquido e verrà indicata con il rapporto p/v. (un'etichetta che riporta la sigla p/v 5% indicherà che 5 grammi di prodotto solido sono stati disciolti in 100 ml di solvente); un altro modo semplice per esprimere la concentrazione è la percentuale in peso, che dice quanti grammi di soluto sono presenti in cento grammi di soluzione, intesa come insieme di solvente e di soluto (% in peso).

Diluizioni. Si parlerà di diluizione nel caso di miscela di un liquido in un altro liquido, verrà indicata con il rapporto v/v. Il principio corretto per realizzare, nonché indicare la reale diluizione sarà il seguente: un'etichetta che riporta la sigla v/v 20% dovrà indicare che 20 ml di un liquido sono stati mescolati a 80 ml (non a 100 ml) di un altro liquido (solvente); ne risulteranno 100 ml di soluzione in cui il primo liquido (es. resina acrilica in emulsione) sarà presente nella misura di 20 ml.

Scialbatura. Equivale alla tinteggiatura alla calce; il grassello di calce, stagionato almeno 24 mesi (o calce idrata in fiore), viene stemperato in una quantità d'acqua necessaria al fine di ottenere un composto sufficientemente denso (rapporto grassello acqua 1:2); il composto dovrà essere lasciato riposare da un minimo di 6-8 ore ad un massimo di 48 ore; a stagionatura avvenuta sarà passato al setaccio allo scopo di eliminare le impurità presenti nell'impasto. L'acqua utilizzata per l'impasto dovrà essere esente da impurità di carattere organico (acidi, sali e alcali) causa di incompattezza delle tinte, alterazioni e macchie. La coloritura dell'impasto si otterrà tramite l'aggiunta di pigmenti minerali e terre naturali o artificiali. I pigmenti prima di essere amalgamati al latte di calce, al fine di poter ottenere la dispersione omogenea dei colori, dovranno essere stati immersi in una quantità d'acqua (pari al doppio del loro volume), lasciati riposare per alcune ore e passati al setaccio. La tinteggiatura alla calce perde tono nei primi mesi dopo l'applicazione, pertanto sarà consigliabile amplificare leggermente il dosaggio di pigmento al fine di ottenere, a distanza di tempo, la coloritura desiderata. In alternativa al grassello di calce potrà essere utilizzata della calce idraulica naturale NHL 2 in rapporto di 1:2 con l'acqua.

Velatura o "trattamento all'acqua sporca", ossia applicazione acquosa del latte di calce (idrossido di calcio). La preparazione della cosiddetta acqua sporca consisterà nel colorare leggermente l'acqua di calce mediante l'aggiunta di pigmenti colorati; un cucchiaino di pigmento naturale in un secchio d'acqua (10-12 l). In alternativa al latte di calce ricavato da grassello, si potrà utilizzare 1 parte di calce idraulica naturale NHL 2 stemperata in 4-6 parti di acqua.

Tinteggiatura ad affresco. La "tinta", in questo caso, è esente da leganti perché composta solamente da pigmenti naturali, accuratamente macinati e stemperati in acqua pura. La procedura prevede molta cura nella stesura degli strati di rinzafo e arriccio e la bagnatura della superficie prima e dopo l'arricciatura, così da evitare cavillature che potrebbero facilitare il distacco dell'intonaco. Si procede alla messa in opera del velo (1 parte di grassello stagionato, 1 parte di polvere di marmo con l'eventuale aggiunta di 1 parte di sabbia silicea vagliata e lavata), limitatamente alle porzioni che potranno essere tinteggiate nel giro di 2 o 3 ore. Non si potrà iniziare a dipingere subito dopo avere steso il velo ma sarà necessario attendere circa 4/6 ore dalla stesura dell'intonaco; la tinteggiatura dovrà essere stesa a pennello in due mani successive, intervallate da circa un'ora, incrociando le pennellate stese in precedenza. Il colore dovrà essere molto guazzoso ed abbondante; prima di stendere il terzo ed ultimo strato sarà necessario rullare la superficie con cilindro di vetro (bottiglia di vetro o frattazzo di plastica duro) così da rompere la pellicola vetrosa e far trasudare l'acqua contenuta dalla calce.

Un'altra tecnica, detta "velatura", dovrà lasciare intravedere la tramatura dell'intonaco sottostante il quale dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte. Previo bagnatura della superficie si stenderà una sola mano di colore che dovrà essere molto allungata con acqua. Una volta indurito l'intonaco le decorazioni ad affresco potranno essere ritoccate solo a secco.

Al fine di avviare veloci degrading, dovuti agli agenti atmosferici ed inquinanti, dopo circa quattro settimane, come per le tinteggiature alla calce, bisognerà provvedere alla stesura di una mano di protettivo a base di silossani.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 14

"Mezzo fresco" o tinteggiatura su intonaco già "stanco" (ossia quasi del tutto indurito). Si utilizzeranno pigmenti in polvere ma al posto dell'acqua verrà utilizzato come "legante" il latte di calce. Chimicamente il risultato che si ottiene sarà molto simile a quello dell'affresco, infatti il latte di calce subisce lo stesso processo di carbonatazione, ma visivamente il risultato è diverso: una parete decorata con il metodo del mezzo fresco risulterà più "sbiadita" rispetto ad una decorata ad affresco.

"Graffio". E' una sorta di variante rispetto all'affresco; previa la stesura e la quasi asciugatura di una mano di velo diversamente pigmentato, di norma scuro (se non diversamente specificato si eseguirà un velo in grassello di calce, sabbia o pozzolana e carbone di legna polverizzato rapporto legante inerte 1:2) si stenderà un ulteriore intonachino costituito da calce e sabbia bianca per uno spessore di circa 2-3 mm. Una volta indurito l'ultimo strato si potrà procedere a tracciare a spolvero il motivo ornamentale voluto e successivamente si potrà passare ad incidere con spatole di ferro od altri attrezzi di varia forma, così da evidenziare il decoro attraverso il contrasto cromatico delle due superfici.

Sagramatura. E' una leggerissima velatura della "faccia a vista" realizzata applicando, su muratura di mattoni, a cazzuola o lama metallica, uno strato di malta molto sottile (circa 1-2 mm), rifinito e lisciato con cazzuola americana o rasiera in legno in modo da seguire le irregolarità della cortina a mattoni. L'impasto sarà a base di calce aerea in pasta e polvere di coccio pesto; per sagramatura a velo (spessore 1-1,5 mm) si potrà ricorrere ad un impasto composto da 1 parte di grassello di calce, 1,5 parti di coccio pesto vagliato e lavato (granulometria impalpabile 000-00 mm) eventualmente pigmentato (massimo 5%) con terre naturali (terre rosse ventilate, terre di Siena bruciata, terre d'ombra ecc.) al fine di ritrovare l'intensità cromatica preesistente. La tecnica tradizionale prevede la lisciatura eseguita mediante levigatura a mano con altro mattone più duro mantenendo al contempo bagnata la superficie affinché le materie (strato di malta e polvere di sfregamento) si possano impastare e colorare uniformando la cortina muraria.

Patinatura. L'operazione di patinatura consiste in uno spolvero di pozzolana allo scopo di rendere, mediante velatura di colore, le eventuali integrazioni non troppo discordanti dagli elementi originali e di unificare il grado di porosità del materiale originale da quello di restauro per ovviare al diverso assorbimento d'acqua piovana e di umidità di risalita.

1.11 METODOLOGIE DI RESTAURO E CONSOLIDAMENTO

Nota generale: l'acqua d'impiego nelle varie fasi di restauro, deve essere demineralizzata a PH compreso fra 6,7 e 7,0 esente da sali idrosolubili.

1.11.1 ASPORTAZIONI, SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO DI RIVESTIMENTI LAPIDEI

La procedura di smontaggio di pannelli lapidei dovrà avvenire secondo le indicazioni della DL e adottare la metodologia, la tecnica e gli strumenti di volta in volta, più consoni per separare i componenti di ancoraggio che potranno variare dalle chiodature, ai perni, alle zanche, ai mastici e alle malte adesive. Qualsiasi procedura di smontaggio, dovrà essere preceduta dal rilievo dello stato di fatto delle lastre di rivestimento con numerazione dei pezzi e segnatura delle facce combacianti tenendo conto dell'ordine secondo cui gli elementi saranno disancorati dal supporto, così da facilitare le operazioni di rimontaggio in sequenza e la sostituzione delle parti gravemente ammalorate. L'uso di tagli per lo smontaggio non è di norma consentito, salvo indicazioni specifiche della DL e in ogni caso, vanno effettuati nelle stuccature dei giunti, facendo attenzione di non danneggiare i bordi così da rendere possibile il loro successivo raccostamento. Potrà risultare opportuna una operazione di preconsolidamento degli elementi affinché il loro smontaggio possa avvenire in piena sicurezza e tutela degli operatori e dei pannelli stessi; a pannelli smontati si procederà alla desalinizzazione, se necessaria, e agli interventi specifici di restauro;

1.11.2 DISCIALBO, RASCHIATURA

α) Discialbo manuale

E' la operazione di asportazione manuale di strati di pitture o tinte sovrapposte alla superficie decorata; la scelta delle varie tipologie di discialbo dovrà essere valutata per mezzo di prove-campione e di indagini

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 15

preliminari, al fine di accertare la tecnica di esecuzione (affresco, mezzo fresco, a secco) sottostante lo scialbo e lo stato di conservazione, ossia la presenza di eventuali patologie di degrado quali risalite capillari, efflorescenze saline, distacchi del dipinto dal supporto, ecc.

Se non diversamente specificato, il discialbo dovrà essere eseguito mediante mezzi meccanici (bisturi, piccole spatole, lame, raschietti, vibroincisori).

Nel caso in cui lo strato da rimuovere presentasse un legante debolmente organico e il supporto del dipinto si rilevasse poco permeabile, sarà consentito impiegare impacchi chimici di polpa di cellulosa con fibre da 200-1000 mm e carbonato di ammonio in idonea diluizione o acqua distillata, così da allentare l'adesione dello strato da rimuovere dal supporto pittorico. Passato il tempo necessario si potrà rimuovere la scialbatura mediante bisturi o altro mezzo meccanico. La procedura dovrà terminare con la pulitura delle superfici scoperte, per mezzo di tampone inumidito con acqua deionizzata.

Sarà possibile impiegare anche idonei solventi (acetone, cloruro di metilene, miscela 3A, miscela 4A, essenza di trementina alcool etilico) capaci di asportare gli strati di pitture o tinte senza recare alcun danno alle parti decorate. Nel caso di superfici decorate molto compatte e poco permeabili (es. stucchi, finti marmi ecc.) o affrescate, con scialbatura costituita da pellicole polimeriche, sarà preferibile l'utilizzo del solvent-gel più appropriato, individuato mediante prove preliminari, o anche mediante l'impiego di solventi veicolati da addensanti (es. metilcellulosa da utilizzarsi in concentrazione dal 2 al 4% p/v o etilcellulosa da utilizzarsi in concentrazione dal 6 al 10% p/v). Previa adeguata pulitura a secco della superficie si procederà all'applicazione, del solvent- gel; trascorso il tempo stabilito sarà possibile rimuovere il solvent-gel dalla superficie insieme alla pellicola polimerica per mezzo di spatole o modesti raschietti. Sarà necessaria particolare cura nel rimuovere il gel al fine di non asportare o graffiare il supporto decorato. L'operazione potrà essere rifinita per mezzo di discialbo manuale meccanico mediante bisturi e piccole lame. La procedura termina con la pulitura della superficie scoperta con acqua distillata per garantire la completa pulitura del supporto.

Al termine della procedura di discialbo tutte le eventuali porzioni di dipinto murale rinvenuto, a prescindere dallo stato di conservazione, dovranno essere conservate.

β) Raschiatura di tinte

La procedura ha lo scopo di rimuovere strati di coloriture organiche staccate o in fase di distacco evitando di intaccare gli strati superficiali del sottofondo nonché, eventuali coloriture ancora ben aderenti al supporto. Prima di procedere con l'intervento di raschiatura dovranno essere eseguite delle prove preliminari in più punti della superficie in modo da verificare l'effettiva adesione della tinta al supporto; saranno realizzati campioni di 10 cm di lato, suddivisi, a loro volta in porzioni da 2 mm a 1 cm di lato, tramite l'ausilio di righe. Nel caso in cui le parti che si distaccano, risultino inferiori al 20% della superficie campione, potrà essere realizzata una raschiatura parziale, contrariamente la raschiatura potrà essere anche totale. L'operazione di raschiatura dovrà essere realizzata ricorrendo a mezzi meccanici quali spatole, raschietti, bisturi ecc., controllabili e non traumatici per il supporto. In presenza di rinvenimenti di strati sottostanti di pitture organiche la procedura potrà essere ripetuta, così da poter valutare l'eventuale possibilità di rimuoverli. L'intervento di raschiatura totale potrà essere compiuto meccanicamente, chimicamente o a fiamma, solo dopo aver comprovato l'effettiva tenuta a stress chimici e termici del supporto.

La metodologia di rimozione chimica o a fiamma, non si applica di norma in presenza di sottostanti superfici dipinte, in ogni caso previo benessere della DL, dopo aver eseguito le prove campione sulla superficie in modo da comparare il risultato raggiunto dalle diverse risoluzioni.

La raschiatura con sistemi chimici comporta la stesura a pennello di prodotti decapanti; a reazione avvenuta il prodotto dovrà essere rimosso dalla superficie, mediante strumentazione meccanica (raschietti); la superficie dovrà essere poi lavata, così da asportare qualsiasi traccia residua di decapante evitando l'essiccazione sul supporto.

La raschiatura a fiamma avviene mediante l'utilizzo di bombole di gpl e di sistemi di erogazione della fiamma; la superficie di intervento sarà riscaldata fino a che la tinta da asportare non risulti annerita o rigonfia, prestando particolare attenzione a non procurare annerimenti al supporto e ricorrendo poi all'utilizzo di spatole o raschietti, si procederà alla raschiatura; la superficie dovrà essere, poi lavata così da asportare qualsiasi traccia residua.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 16

1.12 PRECONSOLIDAMENTO

Nel susseguirsi delle procedure operative il preconsolidamento deve essere considerato come l'operazione antecedente la pulitura.

Rimuovere le sostanze estranee da un manufatto con degrado molto avanzato può comportare un aggravarsi dello stato di fatto per cui, prima dei lavori di pulitura, occorre intervenire con un preconsolidamento puntuale delle parti precarie, per non danneggiare frammenti decoesi, esfoliati o indeboliti.

Il preconsolidamento è necessario in presenza di depositi calcarei o patine nerastre per fornire stabilità a supporti particolarmente decoesi sui quali sono necessari interventi successivi di pulitura incompatibili con il precario stato conservativo. Il preconsolidamento deve operare come presidio dei frammenti di materiale, ma non deve intervenire/ fissare i depositi o le patine da asportare.

Sono da preferire negli interventi di preconsolidamento, gli adesivi deboli e chimicamente reversibili, ovvero quei prodotti che possono essere sciolti nuovamente ed asportati facilmente o paste molto magre (rapporto legante inerte molto basso).

1.12.1 DEBOLI STUCCATURE

Per i materiali e i conci lapidei occorre rendere solidali tra loro i frammenti e le fratture che potrebbero distaccarsi o andare perduti durante le operazioni di pulitura.

Allo scopo si potranno eseguire deboli stuccature mediante l'impiego di malte magre con impasti scarsi di calce (rapporto calce inerte 1:4 o 1:5 con granulometria molto fine di carbonato di calcio o polvere di pomice), così da rendere facile la rimozione dopo la pulitura. Tali stuccature potranno essere anche a base di resine sintetiche stese con spatole e posizionate, se non diversamente specificato, come ponti di collegamento tra i frammenti in fase di distacco e la massa principale.

Le operazioni di preconsolidamento richiedono messe in opera ripetute di materiale collante e con tempi piuttosto lunghi per consentire la presa e prima di iniziare i cicli di pulitura.

1.12.2 NEBULIZZAZIONE DI MISCELE DI SILICATO DI ETILE

Per la riadesione di scaglie e micro frammenti o in presenza di fenomeni di polverizzazione della superficie lapidea, si potrà procedere fissando temporaneamente il materiale mediante la nebulizzazione di miscele di silicato di etile (esteri dell'acido silicico), applicate con pennello a setola naturale morbida, in percentuale variabile in ragione del supporto. In linea di massima potranno essere prese come percentuali di riferimento quelle normalmente utilizzate per il consolidamento per impregnazione, abbassandole leggermente (si potrà utilizzare una quantità paria a circa 400-500 g/m² per il consolidamento d'apparecchi in cotto, e 200-300 g/m² per superfici intonacate con malta di calce). Su superfici particolarmente decoese o in presenza di scaglie di pellicola pittorica sarà consigliabile interporre tra il pennello e il materiale fazzoletti di carta giapponese così da creare un filtro a protezione dell'azione abrasiva, se pur in minima parte, del pennello.

1.12.3 VELINATURE

Interventi di velinature con garza di cotone o carta giapponese, potranno rendersi necessari in presenza di pellicole pittoriche in fase di distacco o elementi lapidei particolarmente esfoliati, erosi o disgregati, al fine di preservarli da abrasioni eventualmente causate dal pennello per il trattamento preconsolidante o consolidante o da l'azione abrasiva di una pulitura ad acqua. Le scaglie saranno assicurate mediante bendaggi provvisori di sostegno: si procederà in modo progressivo mettendo in opera "fazzoletti" di garza di cotone in compresse sterili o di tela grezza, oppure fogli di carta giapponese di pochi centimetri di lato (da 6 a 12) fermati con resina acrilica in soluzione o in dispersione (per quanto riguarda la soluzione un buon esempio sarà costituito da una resina solida a base di Etil- metacrilato/metil- acrilato al 20% p/v, in solvente volatile come acetone, così da favorire una rapida presa o sempre al 20% in un diluente nitro; mentre per la dispersione si potrà utilizzare una emulsione acrilica al 5% v/v), oppure con una soluzione acquosa al 3% di alcool polivinilico. E' fatto obbligo all'impresa accertare che la quantità di sostanza attiva (ovvero residuo secco) del prodotto consolidante polimerico sia utilizzata nella minima

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 17

percentuale possibile, naturalmente in relazione alle specifiche necessità dell'operazione di preconsolidamento.

1.12.4 SOSPENSIONI DI IDROSSIDO DI CALCIO

La procedura sarà rivolta agli intonaci di calce o alle pitture murali, allorché si manifesteranno fenomeni di polverizzazione del colore o esfoliazione di strati pittorici così da garantire sia la riadesione del pigmento sia della pellicola al supporto. Il preconsolidamento si baserà sull'applicazione di sospensioni, direttamente sulle superfici, di soluzioni stabili d'idrossido di calcio in solventi inorganici (alcoli alifatici). Il solvente è da preferire all'acqua in quanto quest'ultima renderà la sospensione nettamente più instabile provocando una velatura biancastra, inoltre il solvente avrà il vantaggio di far decantare l'idrossido di calcio in tempi più lunghi (circa 16-18 ore contro gli appena 30-40 minuti delle soluzioni acquose). In ogni caso se si vorrà utilizzare l'acqua sarà consigliabile formulare soluzioni utilizzando acqua distillata.

Il trattamento eseguito, con l'ausilio di pennello a setola morbida, in una due o più riprese, intervallate di qualche giorno, avverrà aumentando la concentrazione della soluzione e fino ad assorbimento totale del supporto; tale trattamento rientra fra quelli di consolidamento corticale in quanto le particelle non penetrano nel materiale in profondità (ca. 2 mm). E' una metodologia da evitare su superfici in presenza di depositi polverulenti o di grassi, in quanto essendo questi ultimi solubili, possono facilmente penetrare durante il trattamento, all'interno della matrice porosa. Su pitture murali o su supporti particolarmente decoesi è necessario interporre fazzoletti di carta giapponese che verranno rimossi dopo circa un'ora dall'applicazione. Le velature bianche che dovessero emergere anche solo dopo poche ore dal trattamento, potranno essere eliminate con spugnature o tamponature di acqua distillata o con impacchi di 6-10 ore, di polpa di cellulosa inumidita da acqua distillata. Non sarà necessario procedere alle spugnature, qualora sia previsto un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce tipo scialbature o velature alla calce.

1.12.5 MICRO INIEZIONI DI MISCELE A BASSA PRESSIONE

E' una operazione adeguata alla riadesione di modeste parti di intonaco o scaglie di laterizio sollevate. Le micro-iniezioni verranno effettuate in prossimità di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate, in assenza di queste si potranno creare dei microfori con l'ausilio di idonei punteruoli o micro-trapani manuali. Previa pulitura della fessura con una miscela di acqua demineralizzata ed alcool (5:1 in volume) e verifica dell'esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire, si procederà all'iniezione mediante l'impiego di siringhe di plastica (da 10 cc o 20 cc) partendo dalla parte più bassa, per poi avanzare verso l'alto.

Per gli intonaci, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si potranno utilizzare iniezioni di una miscela composta da calce aerea e resina acrilica (5-10%) eventualmente caricata con carbonato di calcio o metacaolino micronizzato ed additivata con gluconato di sodio, o, nei casi di distacchi, con polvere di coccio pesto vagliata e lavata o sabbia silicea ventilata; in caso d'estrema urgenza o di murature umide, si potrà utilizzare calce idraulica naturale NHL 2 esente da sali solubili, additivata con cariche pozzolaniche ventilate; in questo modo si potrà ottenere un solido ancoraggio nel giro di 20-30 minuti.

All'operazione di preconsolidamento è necessario alle volte attivare un presidio provvisorio; Ad es. se si interviene su una porzione consistente d'intonaco spanciato che minaccia di distaccarsi dal supporto, occorre realizzare un presidio con la messa in opera, alla distanza di circa 2-3 cm, di un tavolato continuo in legno, protetto nella faccia verso il manufatto da un foglio di alluminio o un film plastico in polietilene (tipo Domopak), avendo cura di riempire lo spazio tra presidio e intonaco, con materale morbido, come la gommapiuma o la schiuma di resina poliuretanica.

1.13 PULITURE

La pulitura di una superficie deve rimuovere la presenza di sostanze estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il ricorso a metodologie più o meno aggressive dipende dalla

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 18

natura del deposito, vanno comunque escluse le puliture insistenti che intaccano la pellicola naturale del materiale formatasi nel corso degli anni, il restauro non prevede, infatti, di restituire al materiale il suo aspetto originario.

E' necessario che le operazioni siano ben calibrate e graduali, procedendo per fasi progressive su più campioni per verificare l'idoneità della tecnica prescelta e definire quando l'intervento deve essere interrotto.

La scelta del metodo di pulitura si basa sulle indagini preventive, per poter avere un quadro informativo puntuale sulla natura dei degradi e sulla consistenza fisico-materica del supporto, in quanto il processo chimico che innesca il degrado è strettamente correlabile alla natura del materiale.

Si può trattare di depositi incoerenti di particellato atmosferico terroso, carbonioso, dovuto a reazione chimica o per gravità, o veicolati dalle acque meteoriche o per risalita di efflorescenze saline; tali depositi possono essere più o meno penetrati in profondità e tendere a solidarizzarsi alla superficie del materiale tramite un legame meccanico. Lo strato superficiale può anche essere formato da depositi solidi tipo "croste" derivate dalla combinazione chimica di sostanze esterne con il materiale di finitura, in prevalenza di natura gessosa o composta da ossidi di ferro (ruggine).

La rimozione dei depositi incoerenti presenti sul materiale potrà essere eseguita ricorrendo a sistemi meccanici semplici, facili da applicare come ad esempio: stracci, spazzole di saggina, scope, aspiratori ecc. integrati, dove il caso specifico lo richiede, da bisturi piccole spatole e lavaggi con acqua.

Invece nel caso in cui si debbono asportare depositi solidarizzati con il materiale, sarà conveniente ricorrere a cicli di pulitura più consistenti come, ad esempio tecniche di pulitura a base d'acqua, pulitura con impacchi acquosi o con sostanze chimiche, pulitura meccanica, pulitura mediante l'uso di apparecchi aeroabrasivi, sabbiatura controllata ecc.

1.13.1 PULITURA DI MATERIALI LAPIDEI

I materiali lapidei rientrano nella categoria dei materiali a pasta porosa. La superficie a contatto con gli agenti atmosferici è sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimiche-fisiche che portano, nel corso degli anni, alla formazione di una patina superficiale, non dannosa, una sorta di protezione naturale che si limita ad alterare l'aspetto cromatico del materiale. L'intervento di pulitura su questo tipo di materiali deve essere indirizzato ad eliminare la presenza di efflorescenze, croste nere, macchie ecc. che provocano il lento deterioramento della materia e, laddove è presente, conservare la patina naturale.

La presenza di croste nere può accentuare l'effetto di variazioni termiche, accelerare il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra provocando il distacco di frammenti.

1.13.1.1 Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Enzimi

Salvo diversa indicazione della DL, di norma il metodo di pulitura preferibile e prescelto, è mediante impacchi assorbenti a base di Enzimi. La pulitura con l'utilizzo di enzimi rappresenta la migliore alternativa all'utilizzo di acidi e basi per l'asportazione idrolitica di sostanze filmogene invecchiate quali ridipinture o patinature proteiche, grasse o polisaccaridiche su superfici policrome.

Il loro utilizzo rappresenta una scelta di sicurezza per l'operatore, poiché adopera sostanze prive di esalazioni tossiche o irritanti e per l'opera; inoltre la caratteristica principale degli enzimi è l'elevata specificità, in quanto l'enzima prescelto in base al fondo su cui si interviene, agisce senza catalizzare nessuna altra reazione chimica se non quella del substrato e, di conseguenza l'operazione di pulitura non intacca il dipinto. Un'altra caratteristica è l'alta attività catalitica, ossia limitate molecole enzimatiche sono in grado di operare su quantità di substrato molto maggiori di quelle trasformabili da qualunque altra sostanza, senza perdere l'efficacia.

La messa in opera avviene a tampone o a pennello, previo riscaldamento in bagno d'acqua a 30-40°C, di un principio enzimatico (Lipasi, Proteasi o Amilasi in base alla sostanza da rimuovere) supportato da un gel acquoso a pH noto e costante (es. idrossi metil-propil cellulosa). Trascorsi alcuni minuti si procederà alla rimozione a secco, la superficie dovrà essere lavata con una prima soluzione acquosa di tensioattivo (ad es. bile bovina al 0,2%, e un tensioattivo non ionico al 1-2% o saliva artificiale allo 0,25%); a questo primo lavaggio ne dovrà seguire un secondo con tampone acquoso e, passate 4-5 ore dal trattamento, un terzo lavaggio finale con idrocarburi leggeri (ad es. essenza di petrolio dearomatizzato o white spirit).

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 19

1.13.1.2 Pulitura Laser

Un altro sistema preferibile ad altri, è la pulitura Laser; un fattore a favore di questa tecnica è l'assoluta mancanza di additivi chimici che potrebbero, in qualche modo, aggredire la pietra, e la possibilità di intervenire, senza preconsolidamento, anche su elementi particolarmente decoesi o preventivamente trattati con resine sintetiche o altre sostanze consolidanti e protettive.

L'apparecchiatura selettiva Laser 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; il laser infatti può asportare anche solo pochi micron.

E' possibile operare progressivamente e controllare precisamente la rimozione dei depositi fino alla superficie del manufatto, evitando "bruciature" superficiali e ingiallimento delle superficie; questo ultimo fenomeno potrà essere risolto mediante blando lavaggio con spugna o tampone imbevuto di acqua distillata. Nell'usare il laser è necessario bagnare preventivamente la superficie oggetto di intervento per amplificare l'assorbimento della radiazione facilitando l'asportazione dello sporco e per attenuare la produzione di residui carboniosi e fumi, dannosi per l'operatore.

1.13.1.3 Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione

Tecnica adatta a rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi; tale tecnica è sconsigliata in presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) contenenti percentuali di gesso elevate (tra il 20% e il 30%). La quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura (massimo 15-20 minuti consecutivi), inoltre è necessario evitare i cicli di pulitura a base d'acqua nei mesi freddi, comunque mai sotto i 14°C.

1.13.1.4 Pulitura mediante macchina idropulitrice a pressione controllata

L'idropulitura è impiegata (a 4-6 atm) per effettuare lavaggi su superfici non di particolare pregio e non eccessivamente degradate o porose. La procedura prevede l'esecuzione del lavaggio con getto di acqua, calda o fredda in riferimento alle indicazioni della D.L., tramite l'ausilio di un ugello erogatore da mantenere distante dalla superficie in una misura mai inferiore a 5 cm o superiore a 20 cm; si procederà con la pulitura dall'alto verso il basso per delimitate campiture, così da riuscire ad asportare velocemente lo sporco ed evitare la sua eventuale penetrazione nelle parti inferiori, dopodiché si terminerà con un risciacquo dell'intera superficie.

1.13.1.5 Pulitura mediante spray d'acqua nebulizzata

La nebulizzazione dell'acqua risulta adatta a pulire pietre carbonatiche non troppo incrostate (meno adatta per pietre quarzo-silicatiche) e per interventi su calcari non troppo porosi, dove le sostanze da rimuovere non sono particolarmente tenaci; La nebulizzazione avviene tramite ugelli a cono vuoto caratterizzati da un orificio molto piccolo che permette di invadere la superficie da trattare con una fitta nebbia di goccioline, del diametro di circa 1/10 mm. L'applicazione continua della nebulizzazione sulla superficie non dovrà mai superare i 15 minuti consecutivi in modo da evitare che le murature s'impregnino eccessivamente (il consumo d'acqua potrà essere valutato in 4l/ora per ugello). Tra i vari cicli di pulitura dovranno intercorrere ampie pause così da consentire al materiale il completo prosciugamento. La pulitura mediante acqua nebulizzata si effettuerà in cantiere ricorrendo a specifica apparecchiatura e dovrà essere applicata esclusivamente durante la stagione calda, mai con valori minimi della temperatura esterna inferiori a 17°C.

1.13.1.6 Pulitura mediante acqua atomizzata

Molto simile alla tecnica della nebulizzazione è la pulitura mediante acqua atomizzata con la differenza che lo spruzzo d'acqua è costituito da goccioline ancora più piccole. Si ricorrerà a questa tecnica ogni qualvolta si dovrà eseguire la pulitura su porzioni particolarmente delicate come apparati decorativi, fregi, modanature ecc., o su superfici particolarmente decoese.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 20

1.13.1.7 Pulitura meccanica (spazzole, bisturi, spatole ecc.)

La pulitura meccanica consentirà la rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come spazzole di saggina o di nylon, bisturi, lame, raschietti, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che consentiranno la rotazione di un utensile come ad esempio microspazzolini in fibre vegetali o nylon, microfrese, micromole in gomma abrasiva, microscalpelli, vibroincisori. La carta abrasiva fine (400-600 Mesh) o la pomice potranno essere impiegate in presenza di superfici piane o poco irregolari; la bassa velocità di avanzamento implica tempi di lavoro molto lunghi e per questo, è un sistema da applicare solo su porzioni limitate di materiale. In presenza di stuccature cementizie, o in casi analoghi, si potrà procedere alla loro asportazione ricorrendo all'uso di un mazzuolo e di uno scalpello (unghietto), operazione da effettuare in maniera molto graduale per avere sempre sotto controllo l'intervento.

1.13.1.8 Pulitura mediante solventi

La scelta del solvente richiede l'esatta conoscenza della natura chimica del materiale da disciogliere; un supporto può essere fornito dalla consultazione del "triangolo delle solubilità dei solventi" (vedi ICR) circa la soluzione più idonea. Nel caso in cui l'operatore non abbia piena conoscenza della natura del materiale da rimuovere, o la DL lo richieda, sarà necessario eseguire delle prove campione sulla superficie da rimuovere; i test dovranno verificare il valore necessario per solubilizzare il materiale mediante l'esecuzione di modeste tassellature di prova per stabilire il parametro spia; la scelta del solvente o della miscela dei solventi (es: 1 parte di white spirit e 3 parti di trielina per asportare depositi grassi di oli e cere) dovrà ricadere su quello meno tossico.

Nelle puliture di superfici policrome, sarà da preferire l'utilizzo di solventi gelificanti in quanto consente un'azione più controllata e selettiva sullo strato da rimuovere, una minore volatilità dei solventi e una maggiore sicurezza per l'operatore.

1.13.1.9 Pulitura mediante impacchi

Le argille assorbenti, come la sepiolite e l'attapulgit, sono dei silicati idrati di magnesio e la polpa di cellulosa è una fibra organica ottenuta da cellulose naturali; mescolate insieme all'acqua, queste sostanze, sono in grado di formare una sorta di fango capace di esercitare, una volta a contatto con le superfici lapidee e opportunamente irrorato con acqua o con sostanze chimiche, un'azione, di tipo fisico, di assorbimento di liquidi in rapporto al proprio peso. La pulitura mediante impacchi risulta vantaggiosa per l'asportazione dei sali solubili e per la rimozione di strati omogenei di composti idrosolubili o poco solubili (come croste nere poco spesse, intorno a 1 mm), macchie originate da sostanze di natura organica, strati biologici (batteri, licheni e algali); inoltre gli impacchi riducono le macchie di ossidi di rame o di ferro. Prima di applicare l'impacco occorre operare lo "sgrassamento" e la rimozione d'eventuali incrostature superficiali, ricorrendo a dei solventi come acetone, cloruro di metilene ecc. e, dove risulterà possibile, effettuare un lavaggio con acqua deionizzata o distillata, in modo da asportare i depositi meno coerenti ed ammorbidire gli strati carboniosi più consistenti. In presenza di efflorescenze si dovrà provvedere alla loro asportazione meccanica tramite lavaggio con acqua deionizzata e spazzolino morbido prima di procedere con l'operazione.

1.13.1.10 Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di acqua (estrazione sali solubili)

L'impacco acquoso consisterà nell'applicazione direttamente sulla superficie, preventivamente umidificata con acqua distillata o deionizzata, di argille assorbenti (sepiolite o attapulgit con granulometrie comprese tra i 100 e i 200 Mesh) o polpa di carta, previa messa in opera, dove si renderà necessario, di klinex o fogli di carta giapponese indispensabili per interventi su superfici porose o decoese. La preparazione dell'impacco avverrà manualmente imbevendo con acqua deionizzata o distillata il materiale assorbente fino a che questo non assumerà una consistenza pastosa tale da consentire la sua applicazione, con l'ausilio di spatole, pennelli, o, più semplicemente con le stesse mani in spessori variabili a seconda delle specifiche dettate dalla D.L. (2-3 cm per le argille, 1 cm per la polpa di carta). La permanenza dell'impacco sulla superficie sarà relazionata al caso specifico e farà riferimento alle indicazioni della D.L., dettate in base alle prove preventive effettuate su campioni di circa 10x10 cm. Il tempo di contatto, variabile da pochi minuti a diverse ore, dipenderà dalla concentrazione delle soluzioni impiegate (da 5% a 130% o

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 21

soluzioni sature) e dal tipo e consistenza del degrado che dovrà essere rimosso. Gli impacchi dovranno essere eseguiti con temperature non inferiori a 10°C; se applicati durante un periodo caldo o in presenza di vento, per rallentare l'evaporazione del solvente dovranno essere protetti con strati di cotone o teli di garza imbevuti di acqua demineralizzata o coperti da fogli di polietilene (muniti di un'apertura dalla quale verrà garantito l'inumidimento della superficie sottostante). Dopo la rimozione della poltiglia, il supporto dovrà essere lavato con acqua demineralizzata, nebulizzata a bassa pressione e se necessario, saranno impiegate anche spazzole e pennelli di setola di nylon morbidi. Sia l'attapulgit che la sepiolite sono in grado di assorbire una grande quantità di liquidi in rapporto al loro peso (un kg di attapulgit è in grado di assorbire 1,5 kg d'acqua senza rigonfiare); oltre l'acqua, l'attapulgit è in grado di assorbire anche gli oli; in presenza di pietre molto porose potrà essere indicato ricorrere alla polpa di cellulosa, più facile da rimuovere rispetto alle argille.

1.13.1.11 Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di sostanze chimiche

In presenza di sostanze patogene persistenti come croste poco solubili, gli impacchi potranno essere additivati con dosi limitate di sostanze chimiche; in questo caso l'operazione dovrà essere portata a compimento mediante limitate tassellature di prova utili a definire i tempi di applicazione e valutare i relativi effetti, prima di estendere il procedimento a tutte le zone. Le sostanze chimiche con le quali si potranno additivare gli impacchi, dovranno avere una limitata tossicità, bassa infiammabilità, adeguata velocità di evaporazione e una composizione pura.

1.13.1.12 Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di carbonato e bicarbonato d'ammonio

Si potrà ricorrere a prodotti basici o a sostanze a reazione alcalina più o meno forte (ammoniaca, bicarbonato di sodio e ammonio) utilizzate per eliminare le sostanze grasse delle croste a legante organico e, in soluzione concentrata, per attaccare incrostazioni scure spesse e scarsamente idrosolubili. Il carbonato e il bicarbonato di ammonio sono sali solubili in acqua, ai quali si potrà ricorrere in percentuali che varieranno da 5% a 100%, secondo i casi e potranno essere utilizzati negli impacchi sia da soli che in composti; si potranno aggiungere resine a scambio ionico in miscelazione con acqua demineralizzata in rapporto variabile, in base alla consistenza finale che si vorrà ottenere per effettuare il trattamento.

1.13.1.13 Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di resine a scambio ionico

Come agente di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree può essere impiegato il pulitore a scambio cationico che funziona "sequestrando" ioni calcio al supporto cui viene applicato, agendo in modo lento e delicato e garantendo un buon controllo del grado di pulitura. Tale pulitore risulta facilmente disperdibile in acqua demineralizzata o distillata e miscelato per 1/7-1/8 del suo peso o con altro rapporto secondo gli elaborati di progetto, fornisce un impasto facilmente applicabile a spatola. Le resine a scambio anionico risultano invece attive nei confronti di gesso e solfati, derivati dall'aggressione da inquinamento atmosferico, su materiali lapidei di origine naturale e artificiale quali marmi, pietre, malte, intonaci, affreschi o pitture murali. Se si utilizzeranno impasti con soluzioni di carbonato di ammonio, sarà necessario proteggere l'eventuale presenza di parti o pigmenti a base di rame.

In entrambi i casi è necessario un preventivo trattamento di umidificazione con acqua demineralizzata o distillata, preceduto a sua volta dalla pulizia delle superfici da depositi di polvere o detriti di qualsiasi genere.

Dovrà essere cura dell'appaltatore proteggere gli impacchi dagli essiccamenti troppo rapidi, con fogli di polietilene od altri film plastici; dovranno, in ogni caso essere evitate temperature inferiori ai 10°C e superiori ai 30°C; se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa.

Sia le quantità di acqua che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno essere ricercati di volta in volta e i campioni dovranno essere eseguiti dall'appaltatore sotto stretto controllo della D.L.

La rimozione dell'impasto avverrà per azione meccanica blanda, con spazzolatura, combinata o meno ad una aspirazione. Nel caso in cui l'impacco fosse stato preservato con una pellicola, staccata questa, si dovrà attendere l'asciugatura prima di rimuovere i residui. La pulitura della superficie potrà essere completata, se prescritto dalla D.L., mediante una spugnatura con acqua deionizzata e il trattamento sarà ripetuto sino all'ottenimento del risultato più soddisfacente.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 22

1.13.1.14 Pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi (sistema Jos e Rotec)

La pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi potrà essere impiegata al fine di rimuovere dalle superfici lapidee particellato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, alghe, muschi e licheni. Il sistema Jos potrà essere utilizzato per la pulitura di ogni tipo di pietra naturale, granito, arenarie, marmo e travertino; questo sistema impiega una spirale di tipo elicoidale a bassissima pressione (0,1–1 bar) che consente di operare interventi di pulitura a secco utilizzando aria e inerti di varia granulometria, o a umido impiegando aria, inerti e bassi quantitativi di acqua (in quantità variabile da 5-60 l/h in base al tipo di ugello utilizzato e allo sporco da rimuovere). La scelta degli inerti verrà fatta in base al tipo ed alla consistenza della sostanza patogena da asportare, in ogni caso si impiegano sostanze neutre non tossiche con granulometria di pochi micron (da 5 a 300 micron) e con durezza variabile da 1–4 Mohs; talvolta si impiegano inerti con spigoli arrotondati per ovviare fenomeni di microfratture, abrasioni o alterazioni del materiale lapideo. Tra gli inerti più adatti al caso troveremo il carbonato di calcio, il bianco di Spagna, i gusci di noce, i noccioli, la polvere di vetro, il granturco macinato, la pula di riso. Per superfici molto porose o molto deteriorate, sarà indicato il sistema Jos a secco applicato ad una distanza dal supporto di circa 40-45 cm con una pressione di impatto non superiore agli 1,5 bar; Il sistema Jos a umido sarà impiegato per la pulitura di superfici non eccessivamente porose, onde evitare l'insorgenza di fenomeni di degrado legati all'infiltrazione in profondità d'acqua.

In alternativa al sistema Jos si potrà ricorrere al sistema Rotec caratterizzato da un mini vortice rotante. Particolarmente adatto per puliture di manufatti delicati (sculture, rilievi, ceramiche ecc.) potrà essere utilizzato a secco, a nebulizzazione o a umido.

1.13.1.15 Pulitura mediante microsabbatura di precisione

La microsabbatura di precisione ricorre a polveri abrasive sospese in un getto d'aria compressa diretto sulla superficie per mezzo di una lancia metallica. Su superfici particolarmente degradate è necessario evitare l'utilizzo di macchinari che non consentano una bassa pressione d'esercizio, variabile da 0,3 a 6 bar; i materiali lapidei su cui intervenire con questo sistema, debbono presentare uno stato conservativo relativamente buono ed essere sufficientemente compatti. La microsabbatura potrà essere applicata su materiali di natura carbonatica e silicatica o in presenza di murature particolarmente umide.

L'inerte sarà composto da frammenti minutissimi di noccioli di frutta (albicocca), sabbie di fiume setacciate, ossidi di alluminio, polveri finissime di silicati naturali, ecc. La pressione del getto non dovrà mai superare i 3-4 bar, considerato che con tale forza di impatto sarà possibile asportare depositi di spessore variabile tra 1-2 mm.

1.13.1.16 Pulitura a secco con spugne wishab

Questo tipo di pulitura va eseguita su superfici perfettamente asciutte e non friabili, per asportare depositi superficiali relativamente coerenti ed aderenti alla superficie in pietra, soffitti lignei, affreschi, pitture murali, carte da parati ecc., mediante l'utilizzo di particolari spugne costituite da una parte di consistenza morbida e spugnosa supportata da una base rigida. L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare il nero di fumo causato da candele o da incensi; non sono adatte per rimuovere lo sporco persistente come le croste nere o le sostanze penetrate troppo in profondità; a pulitura ultimata si procederà con la spazzolatura, mediante scopetti in saggina o pennelli e spazzole di nylon a setola morbida, in modo da eliminare i residui del materiale spugnoso. In caso di pulitura di superfici dipinte con pigmento polveroso e disgregato, oppure con pigmenti deboli (azzurri, verdi, tinte scure), sarà necessario, prima della pulitura, intervenire con il preconsolidamento.

1.13.1.17 Macroflora

Appartengono alla macroflora tutti quegli organismi microscopicamente visibili (alghe, muschi, licheni, vegetazione superiore ecc.) il cui sviluppo è favorito dalla presenza di dissesti come lesioni, cavità, interstizi ecc.

Prima di procedere con le operazioni diserbanti, è necessario identificare il tipo di vegetazione e la specie di piante, per valutare quanto profonde e resistenti possano essere le radici, valutare i danni che le operazioni meccaniche di asportazione possono arrecare alla struttura muraria e definire, infine, interventi diversificati.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 23

Nel caso si ricorra ai biocidi per la estirpazione di piante a foglia larga, a foglia stretta, contro la vegetazione erbacea, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche dei prodotti impiegati:

–non dovranno essere tossiche per l'uomo, per gli animali, per l'ambiente e comunque impiegate in ottemperanza alle disposizioni di prevenzione e tutela della salute e secondo le norme vigenti in materia di tutela ambientale.

–essere incolori o trasparenti con principi attivi poco solubili in acqua

–presentare un basso grado di tossicità

–essere biodegradabili nel tempo

–non provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie

–non persistere sulla superficie trattata lasciando residui di inerti stabili (si dovranno evitare sostanze oleose o colorate)

L'applicazione dei biocidi potrà avvenire per irrorazione, iniezioni di soluzioni acquose, per impacchi applicati al colletto della radice tagliata. L'operazione prevede un accurato lavaggio finale delle superfici con acqua pulita a pressione moderata per eliminare ogni traccia residua del prodotto impiegato.

1.13.1.18 Microflora

La microflora è costituita da batteri e da funghi e il loro sviluppo è favorito da condizioni di elevata umidità o dalla presenza ristagnante d'acqua all'interno del materiale lapideo, oltre che da una limitata circolazione d'aria. La loro presenza sulle superfici lapidee si manifesta tramite macchie, efflorescenze di sali solubili e patine di ossalati, patologie che inevitabilmente, alterano l'aspetto estetico.

La rimozione della patina biologica viene fatta tramite pulitura manuale (bisturi, spazzole ecc.), meccanica (di microsabbatura) o mediante l'uso di biocidi.

Le sostanze biocide utilizzate, dovranno rispondere alle medesime caratteristiche richieste per la macroflora, in particolare non dovranno essere sostanze tossiche per l'uomo, per gli animali e per l'ambiente e comunque impiegate in ottemperanza alle disposizioni di prevenzione e tutela della salute e secondo le norme vigenti in materia di tutela ambientale.

Le sostanze biocide si distinguono in battericide e fungicide; la loro applicazione potrà essere fatta a pennello, a spruzzo o tramite impacchi. In presenza di materiali molto porosi è preferibile usare il metodo ad impacco o a pennello che favorisce la penetrazione del prodotto e ne prolunga l'azione (per il timolo e la formaldeide si può ricorrere anche alla vaporizzazione); il trattamento a spruzzo è particolarmente indicato in presenza di materiali fragili e decoesi. Gli interventi sono ripetuti per il numero di volte necessario a debellare la crescita della patologia. Dopo l'applicazione della sostanza biocida si procede all'asportazione manuale della patina, e a finire con una serie di lavaggi ripetuti di acqua deionizzata, in modo da eliminare i residui. In presenza di patine spesse ed aderenti, prima dell'applicazione del biocida, si esegue una parziale rimozione meccanica della biomassa, mediante l'uso di pennelli dotati di setole rigide.

1.13.2 MATERIALI LIGNEI

Prima di eseguire le operazioni di pulitura sulle superfici lignee, è necessario attenersi alla procedure di salvaguardia dell'integrità del materiale. Le operazioni preliminari comprendono:

–la identificazione dell'essenza lignea;

–la identificazione dei depositi incoerenti da rimuovere e la campagna di saggi per rilevare eventuali tracce di cromie originali;

–l'eventuale preconsolidamento del materiale prima di iniziare la pulitura;

–la campionatura del sistema di pulizia e l'analisi dei risultati ottenuti sulla superficie di prova, prima di estendere le operazioni a tutta la superficie.

Le operazioni di pulitura dovranno essere eseguite rispettando l'andamento delle venature e non in senso ortogonale o trasversale ad esse.

1.13.2.1 Pulitura meccanica manuale

La procedura sarà impiegata per quelle superfici trattate con tinte a calce o tempere, difficilmente asportabili con sverniciatura. Si useranno spazzole metalliche, raschietti, spatole, scalpelli, lana di acciaio e carta abrasiva di varie grane, oppure utensili speciali tipo sgorbie. A lavoro completato, la superficie

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 24

dovrà essere spazzolata, spolverata e soffiata con getto d'aria compressa, al fine di rimuovere tutti i residui e le parti di materiale distaccato, quindi trattata con leggera carteggiatura con carta abrasiva a secco (grana/cm² 200-250).

1.13.2.2 Sverniciatura con decapante neutro

Lo scopo dell'intervento sarà la rimozione dalla superficie lignea, di vecchie vernici o pellicole protettive degradate, tramite l'applicazione di un prodotto decapante generalmente costituito da miscele solventi addizionate con ritardanti dell'evaporazione, sotto forma di gel liquidi o in pasta.

Prima di procedere con questo tipo d'operazione sarà necessario accertarsi che non siano presenti parti fragili o facilmente danneggiabili e si dovrà provvedere alla rimozione di tutte le parti metalliche, come serrature, borchie e cerniere, al fine di evitarne la corrosione da parte del solvente.

Nei punti difficili come intagli, modanature minute o fessurazioni, la pittura potrà essere rimossa aiutandosi con spazzolini o punteruoli. terminate le operazioni di raschiatura, sarà effettuato l'immediato lavaggio manuale della parte trattata con spugne di mare e soluzioni detergenti (ad es. soluzione blanda di soda calcinata ovvero soluzione ammoniacale diluita al 2% in acqua), evitando di risciacquare la superficie con l'acqua.

1.13.2.3 Pulitura ad aria calda o a fiamma

Premesso che su manufatti d'interesse storico-artistico è fatto divieto di utilizzare la tecnica ad aria calda o a fiamma, la procedura di sverniciatura con l'utilizzo di aria calda rimuove dalla superficie vecchi strati di vernici e colori, come pure residui di scialbature, croste organiche e inorganiche, pellicole protettive ecc.. La differenza di comportamento al calore tra il legno e le pellicole di vernice faranno sì che, sotto l'azione del calore, queste si staccino dal supporto; la procedura prevede a seguire, la spazzolatura della superficie per eliminare tutti i residui non completamente staccati e una leggera carteggiatura mediante carta abrasiva semi grossa a secco (grana/cm² 80-100-120) montata su tappi di sughero.

1.14 STUCCATURE, INTEGRAZIONI

Nel progetto di conservazione, le operazioni di ripristino delle "mancanze" dovranno essere pianificate puntualmente cercando di ponderare l'aspetto tecnico e quello conservativo, al fine di tenere in debito conto i limiti imposti dalla valenza storica del manufatto e riuscire a restituire l'efficienza strutturale venuta meno.

Il ripristino di parti mancanti comporta alterazioni e perdite dei segni stratigrafici che rendono difficile il recupero di ciò che di originale è rimasto. In un progetto di restauro inevitabilmente gli interventi, anche quelli meno invasivi, apporteranno delle modifiche più o meno rilevanti all'integrità della struttura.

Le scelte e gli accorgimenti utilizzati in sede progettuale, tendono ad evitare varietà di integrazioni che fanno perdere la valenza figurativa d'insieme e mirano ad un risultato finale coerente e rispettoso dello stato di fatto; nel contempo distinguono la preesistenza dall'aggiunta e dovranno essere realizzati con estrema cura dall'impresa esecutrice, secondo le indicazioni della DL. Non c'è soluzione capace di definire un modo di procedere adattabile a tutte le diverse situazioni, in special modo quando l'intervento non si limita alla manutenzione ma diviene restauro, pertanto l'impresa dovrà attenersi alle specifiche indicazioni della DL.

1.14.1 STUCCATURE INTEGRAZIONI DI MATERIALI LAPIDEI

L'operazione di integrazione e stuccatura mira a colmare le lacune e le discontinuità presenti sulla superficie della pietra, compresa la faccia vista in laterizio, e ad offrire resistenza agli agenti di degrado quali inquinanti atmosferici chimici, biologici e ad infiltrazioni di acqua.

A seguito della verifica del quadro fessurativo e delle indagini preliminari, si procederà alla pulizia e asportazione di parti non compatibili, tramite scopini di saggina, spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc.

La procedura prosegue con i lavaggi con acqua deionizzata e successiva spazzolatura della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polveri, oli, scorie e qualsiasi altra sostanza estranea al materiale

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 25

lapideo. Nel caso in cui la superficie si dovesse presentare con efflorescenze saline od altre patologie, si renderà indispensabile procedere alla desalinazione della muratura (es. impacchi di polpa di cellulosa imbevuti in acqua demineralizzata). Lo stesso criterio sarà utilizzato se la muratura risultasse affetta da umidità, muschi, licheni o vegetazione superiore infestante.

La malta da impiegare per le *integrazioni del lapideo*, di norma, sarà a base di calce idraulica naturale NHL 2 a basso contenuto di sali composta seguendo la tipologia di lapideo e le indicazioni di progetto; in assenza di queste si potrà utilizzare, un impasto caricato con una parte di sabbia silicea lavata ed una parte di coccio pesto; in alternativa al coccio pesto si potrà utilizzare pozzolana ventilata in rapporto legante-inerte 1:3.

Nel caso occorra una malta resistente a compressione, si potrà ricorrere all'utilizzo di piccole quantità di cemento bianco esente da gesso e sali solubili (le eventuali quantità di cemento bianco dovranno essere limitate, in quanto presenta notevoli ritiri in fase di presa). Le malte utilizzate potranno essere caricate, se il progetto lo prevede, con additivi organici, quali resine acriliche in emulsione al 10% in acqua, con funzione fluidificante.

Qualora venga richiesta alla malta una forte adesività strutturale ed un'alta resistenza meccanica è opportuno impiegare resine termoindurenti come quelle epossidiche. In ogni caso, salvo diverse disposizioni della D.L., il rapporto legante-additivo sarà generalmente 10:1. Lo strato finale della stuccatura di superficie sarà eseguita con grassello di calce (stagionato 6-12 mesi, con aggiunta di un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione). La carica dell'impasto sarà di pietra macinata e verrà, preferibilmente, utilizzata la polvere della pietra stessa o, in mancanza di questa, un materiale lapideo di tipologia uguale a quella del manufatto in questione in modo da ottenere un impasto simile per colore e luminosità; potranno essere utilizzate anche polveri di coccio pesto, sabbie silicee ventilate, pozzolana, o carbonato di calcio in rapporto legante-inerte di 1:3 (es. 1 parte grassello di calce+1 parte pietra macinata e 2 parti di polvere di marmo fine). Al fine di rendere possibile un'adeguata lettura cromatica si potrà aiutare il colore dell'impasto additivandolo con terre colorate e pigmenti (massimo 5% di pigmenti minerali o 10% di terre).

La stuccatura sarà a livello o in leggero sotto-quadro di qualche millimetro, a seconda delle indicazioni della DL, la quale dovrà tenere conto che sovente le integrazioni sottolivello creano percorsi preferenziali per le acque battenti e innescano pericolosi processi di degrado.

A presa avvenuta, e per ottenere una stuccatura opaca, la superficie interessata verrà lavata e tamponata con spugna inumidita di acqua deionizzata, così da compattare lo stucco, fare emergere la cromia della punteggiatura ed eliminare eventuali residui di malta. E' sconsigliato l'uso di cementi tradizionali per i danni che possono derivarne quali la formazione di sali, fessurazioni per la diversa dilatazione dei materiali,ecc. (raccomandazioni NorMaL n. 20/85).

Gli interventi sulle superfici a *"faccia vista"* in laterizio prevedono, dopo le operazioni preliminari di asportazione di parti non consistenti, il lavaggio con acqua deionizzata e il riempimento delle lacune con strati successivi di malta, al fine di evitare spaccature e lesioni durante la stagionatura e rischi di distacco. L'impasto della malta sarà effettuato seguendo le indicazioni di progetto; in assenza di queste, sarà a base di grassello di calce (10 parti) caricato con polvere di coccio pesto (30 parti) o in alternativa con pozzolana; questo impasto potrà essere aiutato con resina acrilica in emulsione al 10% in acqua, con funzione di fluidificante (quantità < al 2%); E' fatto divieto di impiegare grassello di calce ottenuto semplicemente aggiungendo un'adeguata quantità d'acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere; la calce deve essere spenta da almeno 12 mesi al fine di diminuire la possibilità che restino grumi di calce non spenta nella malta. Potrà anche rendersi necessario "armare" la stuccatura con rete metallica elettrosaldata a doppia zincatura a maglia stretta (per es. filo f 2 mm maglia 10x10 mm) e con perni filettati di acciaio inossidabile, preferibilmente della serie AISI 300L (314L o 316L) opportunamente sagomati, allo scopo di migliorare l'aderenza al supporto della malta da ripristino; si eseguiranno i fori per l'inserimento dei perni con trapano a sola rotazione a bassa velocità dopodiché, previa aspirazione dei detriti, si inserirà il perno. I perni dovranno essere annegati in malte a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e pozzolana superventilata in rapporto 1:2, con eventuale aggiunta di gluconato di sodio per migliorare la fluidità, ed eventualmente di cemento bianco per aumentare le proprietà meccaniche.

In alternativa si potranno utilizzare collanti a base di resine epossidiche a bassa viscosità, esenti da solventi, polimerizzabili a temperature ambiente ed in presenza di umidità. In ogni caso si utilizzerà un impasto di adeguata fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da fare riaderire.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 26

Sarà vietato l'uso di perni ossidabili come il ferro, il rame e le sue leghe; si utilizzeranno perni in titanio, in acciaio inossidabile o barre in vetroresina. A presa avvenuta la superficie stuccata verrà trattata con spugna inumidita per arrotondare gli spigoli e compattare lo stucco; si può infine trattare la superficie con una patinatura di polvere di pozzolana.

1.14.1.1 Stilatura di giunti e risarcimento

Previa asportazione delle parti non consistenti e lavaggio della superficie, occorre bagnare abbondantemente il giunto con acqua pulita; si procede poi con l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire.

Per l'impasto si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da calce idraulica, grassello di calce, sabbie od altri aggregati minerali; per le parti più arretrate sarà opportuno utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (ottenuta per calcinazione a bassa temperatura, esente da sali solubili, con un'ottima permeabilità al vapore) e sabbia di fiume vagliata a granulometria 0,5-1,5 mm.

Per la stilatura di finitura si potrà utilizzare un impasto a base di grassello di calce e la carica dell'impasto potrà essere di pietra macinata, sabbia di fiume fine a granulometria 0,5-0,8 mm o, in caso di apparecchio in laterizi, polvere di cotto macinato (rapporto tra legante-inerte di 1:3).

Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto, si provvederà a "stringere" la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che, il giunto, apparirà coeso e senza cretti.

Se gli elaborati di progetto richiederanno un giunto con finitura scabra, si potrà intervenire sulla stilatura "segnandola" con spazzola di saggina o tamponandola con tela di juta ruvida;

Nel caso in cui il progetto preveda una risarcitura "mimetica", si dovrà individuare la composizione e colorazione della malta mediante la cromia dell'impasto e la granulometria degli aggregati.

L'operazione di stuccatura si completa con spugna ed acqua deionizzata per eliminare i segni della spazzola,

fare risaltare la cromia dell'aggregato e asportare le parti della stuccatura distaccate e polverulente.

1.14.1.2 Integrazione cromatica

Lo scopo dell'integrazione cromatica sarà quello di colmare le lacune esistenti nella pellicola pittorica, in modo tale da ripristinare la continuità cromatica e ristabilire la funzione protettiva propria dello strato pittorico. Prima di procedere al ripristino, il supporto dovrà essere preparato mediante pulitura; gli impasti potranno essere additivati con pigmenti minerali al fine di avvicinarsi maggiormente alla grana e al colore del materiale originario. La reintegrazione andrà eseguita per strati successivi di modesto spessore, in particolare nel caso d'impasto a base di resina acrilica (massimo 10-15 mm), così da favorire la catalizzazione della resina. In presenza di reintegri di notevoli sezioni, si dovrà procedere con la stesura di uno strato di fondo formato da impasto di calce e cocci pesto con granulometria media 1,5-5 mm (ad es. 3 parti di grassello di calce, 1 parte di calce idraulica naturale NHL2, 8 parti di sabbia lavata e vagliata, 4 parti di cocci pesto) e rapporto legante-inerte 1:3. Tale impasto permetterà di applicare strati spessi massimo 30-40 mm, contenendo il manifestarsi di fessurazioni.

1.14.2 INTEGRAZIONE PITTORICA IN DIPINTI MURARI

Le integrazioni pittoriche delle lacune presenti in dipinti murari (affreschi, graffiti e pitture a secco) dovranno essere realizzate in funzione dell'entità della mancanza e dello stato di conservazione del dipinto stesso. L'intervento dovrà essere distinguibile dall'originale, reversibile e preceduto da operazioni preventive allo scopo di verificare ed assicurare, l'effettiva stabilità del supporto e della superficie dipinta. La superficie interessata dall'intervento dovrà essere preventivamente ispezionata al fine di rintracciare distacchi localizzati di intonaco o fenomeni di degrado quali efflorescenze saline, depositi humiferi, distacco di scaglie, polverizzazione superficiale, patine, sostanze grasse ecc. Prima di procedere con le operazioni di integrazioni la superficie dovrà essere pulita in modo da poter disporre di riferimenti cromatici non alterati da patologie degenerative o da interventi postumi (ridipinture, interventi recenti di restauro ecc.).

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 27

Dovranno essere individuate delle aree campione localizzate in diverse zone del dipinto, così da poter effettuare specifiche prove documentate fotograficamente per valutare i risultati, in coerenza con le indicazioni dell'ICR e con le specifiche di progetto.

L'integrazione pittorica dovrà essere anticipata dalla stuccatura della lacuna, qualora manchi lo strato di intonaco, realizzata in modo complanare alla superficie dipinta e tale da riproporre, in maniera non mimetica ma distinguibile, l'imprimitura originale dedotta dall'analisi delle caratteristiche dominanti dell'originale. I colori per ripristinare la continuità cromatica saranno tempere di calce, colori ad acquarello, pigmenti in polvere stemperati con acqua e legati (caseinato di ammonio in soluzione al 4%). Si potranno utilizzare diversi metodi come di seguito si accennano.

Astrazione cromatica. Questa tecnica di integrazione risulterà particolarmente adatta nei casi in cui l'estensione consistente della lacuna, non consentirà di dedurre e realizzare il collegamento formale della mancanza al dipinto. L'applicazione dei colori dovrà essere tale da consentirne sempre la loro identificazione.

Selezione cromatica. Questa tecnica risulterà particolarmente adatta quando si tratterà di ripristinare lacune pittoriche di limitate dimensioni per cui sarà possibile ripristinare la parte mancante tramite un collegamento cromatico e figurativo, realizzato tramite stesure successive di colore desunto dall'analisi delle cromie originali presenti ai bordi della lacuna.

Tecnica del tratteggio. L'integrazione delle lacune pittoriche mediante questa tecnica prevederà il ripristino delle parti pittoriche perdute realizzando un tratteggio sottile e visibile grazie al quale risulterà possibile, ove richiesto, collegare figurativamente il nuovo all'originale.

1.14.3 INTEGRAZIONI E STUCCATURE DI MATERIALI LIGNEI

La procedura prevede il riempimento di fessure, fori, crepe, ecc., con stucco steso a spatola e composto da impasti diversi.

Previa eventuali operazioni preliminari di pulitura, secondo le prescrizioni di progetto, si procede alla spolveratura con un pennello morbido, della fessura e al successivo trattamento con tampone imbevuto d'alcool denaturato al fine di eliminare velocemente l'umidità e per favorire l'adesione dell'impasto. La successiva stuccatura a riempire il vuoto, potrà avvenire con l'ausilio di piccole spatole o bacchette, entro le 12 ore successive; si procede poi alla carteggiatura manuale con grana media (120-180) al fine di eliminare l'eccesso di prodotto. Per agevolare la completa essiccazione dell'impasto si potrà trattare la superficie d'intervento con tampone imbevuto d'alcool denaturato. Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, per lo stucco si potrà utilizzare un impasto composto da un legante inorganico, da scegliere tra gesso, colla animale (ad es. di coniglio), cera d'api o da un legante organico (es. le resine acriliche) e da un inerte con funzione di antiritiro come la polvere di legno o microfibre; nell'impasto potranno essere inseriti, in percentuali non superiori a 5%, eventuali pigmenti. In alternativa si potrà utilizzare uno stucco a base di gommalacca e cera d'api vergine, da applicare mediante fusione di bacchette di gommalacca e cera fatte scaldare e colare all'interno della fessura. Nel caso di stuccature d'elementi strutturali, si potranno utilizzare resine epossidiche o poliuretaniche caricate con polvere di segatura o fillers, per migliorare la resistenza a compressione e ridurre il volume di resina impiegato. L'impasto ha tempo di presa a 23°C di ca. 6-8 h e tempo d'indurimento completo di ca. 5-7 giorni; sarà applicato in strati successivi a spatola. Nel caso in cui le dimensioni delle lacune siano tali da non rendere conveniente operare delle stuccature si dovrà intervenire attraverso la procedura della tassellatura.

1.15 CONSOLIDAMENTO SU MATERIALI LAPIDEI

Affinchè l'intervento di consolidamento possa essere considerato risolutivo e duraturo nel tempo, è necessario definire il quadro conoscitivo della struttura. Le procedure di consolidamento sono operazioni delicate, e come tali necessitano di un'attenta analisi dello stato di fatto sia dal punto di vista della conservazione dei materiali sia del quadro fessurativo, così da poter comprendere la natura del supporto e le cause innescanti le patologie di degrado; a seguito delle analisi e delle campionature, si effettuerà la

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 28

scelta dei prodotti e delle metodologie di intervento più idonee; ogni operazione di consolidamento dovrà essere puntuale e mai generalizzata. Sarà fatto divieto all'impresa di effettuare qualsiasi procedura senza il benessere della DL, anche se prescritta negli elaborati di progetto, e senza la preventiva esecuzione di campionature, saggi o analisi del quadro fessurativo.

Ad esempio, prima di procedere al consolidamento degli strati di intonaco, anche affrescato e distaccato dal supporto, occorre effettuare delle operazioni di "saggiatura" eseguite mediante leggera ed accurata battitura manuale sulla muratura, al fine di individuare con precisione tutte le zone in fase di distacco. In alternativa tali zone potranno essere individuate mediante indagine termografica od altra indagine non distruttiva prevista in progetto.

1.15.1 CONSOLIDAMENTI CORTICALI DI SUPERFICIE

Nel consolidamento coesivo il prodotto consolidante, di norma dato fino a rifiuto, verrà applicato sulla superficie del materiale per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti.

Nel consolidamento adesivo vengono invece ricolati i rivestimenti distaccati dal loro supporto originale come, ad es. un frammento di pietra od uno strato di intonaco per i quali si renderà necessario ristabilire la continuità fra supporto e rivestimento. Questo tipo di consolidamento, avverrà tramite iniezioni di malte fluide o resine acriliche in emulsione, ovvero con ponti di pasta adesiva a base di calce idraulica o resina epossidica. Cavità piuttosto ampie dovranno essere riempite con malte dense e corpose; al contrario, modeste cavità necessiteranno di betoncini più fluidi con inerti piuttosto fini.

Allorché si dovranno fare riaderire frammenti o porzioni consistenti, sarà necessario inserire adeguati sistemi di supporto costituiti da perni in acciaio inossidabile AISI 316L (minimo f 4 mm), in titanio o, per parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, in barre di vetroresina.

1.15.2 CONSOLIDAMENTI PROFONDI

La procedura di impregnazione può avvenire con l'impiego di consolidanti organici su manufatti in pietra, intonaco, laterizio e legno. Tali sostanze penetrano all'interno del manufatto ristabilendo e migliorando le proprietà fisiche (riduzione della porosità e aumento della coesione) e meccaniche (incremento della resistenza a compressione) dei materiali trattati.

Qualsiasi trattamento consolidante dovrà essere applicato su superficie perfettamente asciutta, pulita e sgrassata e previo eventuale preconsolidamento delle scaglie in fase di distacco o delle superfici decoese.

La impregnazione dovrà essere ripetuta più volte, in genere non più di 5 passaggi, fino a rifiuto dell'elemento. La procedura dovrà essere operata per zone limitate e non simultaneamente su tutta la superficie al fine di agevolare la fuoriuscita dell'aria dall'interno dei fori e delle discontinuità presenti nel manufatto, così da migliorare la penetrazione e la distribuzione interna del consolidante.

Materiali consolidanti e versatili, utilizzabili con questa tecnica sono il silicato di etile, le resine acriliche, le resine acrilico-siliconiche, le emulsioni acquose di silicato di potassio e i silossani oligomerici in solventi organici.

Tra le resine acriliche da utilizzare in soluzione, se non diversamente specificato nel progetto, vi è la resina acrilica solida a base di Etil-metacrilato/metil-acrilato diluibile in vari solventi organici tra i quali il diluente nitro, l'acetone e il clorotene; questa resina grazie alle eccellenti caratteristiche (flessibilità, trasparenza, resistenza all'acqua, agli acidi, agli alcali, agli oli minerali, vegetali e grezzi, alle emanazioni dei prodotti chimici ed al fuoco) può essere impiegata per il consolidamento di manufatti in pietra, intonaco, legno, ceramica, ecc.

Il consolidamento per impregnazione, avviene di solito con l'uso di pennelli, rulli o tamponi, ma potrà anche avvenire per nebulizzazione, come nel caso di materiali poco porosi.

Un'altra procedura di impregnazione è quella a tasca o ad impacco che si basa sul principio della capillarità. Per questa procedura nella parte inferiore della zona d'intervento, verrà posizionata una piccola "gronda impermeabilizzata" allo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso; la zona da consolidare verrà ricoperta con strati di materiale bagnato di cotone idrofilo o carta giapponese, alimentati lentamente dalla soluzione consolidante e coperti da teli di polietilene, allo scopo di ridurre una evaporazione troppo rapida del solvente. Ad assorbimento avvenuto (in genere 8-10 ore), le tasche saranno rimosse e il manufatto dovrà essere ricoperto con cellofan al fine di isolarlo dall'atmosfera per almeno 10-12 giorni.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 29

Un altro metodo, simile a quello a tasca ma più semplice, è quello "a contatto diretto" mediante impregnazione a percolazione. Alcuni altri sistemi di consolidamento riguardano la riaggregazione mediante silicato di etile, monocomponente fluido, incolore, a bassa viscosità, da applicare in solvente organico (es. metil etil chetone).

Con l'impiego dei silicati si ottiene una azione consolidante, ma non protettiva nei riguardi dell'acqua, pertanto oltre tale trattamento di superfici esterne in arenaria, tufo, trachite, laterizio, terracotta, intonaco o stucco, si dovrà fare seguire l'applicazione di un idrorepellente traspirante, permeabile al vapore acqueo.

Il consolidamento a base di silicato di etile non lascia residui di altre sostanze in quanto per effetto di una reazione spontanea con l'umidità atmosferica, libera alcool etilico che evapora con i solventi impiegati nella soluzione (la reazione si completa in 2 o 3 settimane); le superfici da trattare con i silicati vanno protette dall'irraggiamento e dal riscaldamento del sole mediante opportune tende parasole; l'impregnazione con silicato di etile è da evitare nel caso in cui il materiale da trattare non sia assorbente o in presenza di temperatura troppo alta ($>25^{\circ}\text{C}$), come troppo bassa ($<10^{\circ}\text{C}$), con U.R. non $>70\%$ o se il manufatto trattato risulti esposto a pioggia nelle quattro settimane successive al trattamento; pertanto in caso di intervento su superficie esterne, l'impresa dovrà provvedere alla messa in opera di appropriate barriere protettive.

1.15.3 SIGILLATURA DEI MATERIALI CON RESINE SINTETICHE

La procedura prevederà l'esecuzione di stuccature mediante intasamento eseguito con iniezione, colatura o spatola in profondità di miscela adesiva costituita da polimeri sintetici acrilici, in soluzione o in emulsione, caricata con carbonato di calcio o polvere di pietra macinata; in alternativa si potranno utilizzare polveri di coccio pesto o cariche pozzolaniche.

Le resine acriliche non potranno essere impiegate come adesivi strutturali, pertanto se si rendesse necessario effettuare una sigillatura con tale caratteristica sarà opportuno ricorrere ad un adesivo epossidico bicomponente (componente A= resina + componente B= indurente) esente da solventi; il composto potrà essere caricato con sabbia silicea di granulometria massima 0,3 mm, filler e quarzo.

Eseguite tutte queste operazioni preliminari si potrà procedere alla sigillatura in profondità mediante l'utilizzo di siringhe o piccole spatole secondo le dimensioni delle fessurazioni da sigillare e le specifiche di progetto, in ogni caso la resina dovrà penetrare fino a rifiuto nel vuoto da colmare tra le facce e frammenti destinati a combaciare nella nuova unione.

Le stuccature di superficie avviene con l'impiego di malte a base di leganti idraulici naturali a basso contenuto di sali, sabbie silicee vagliate e lavate di granulometria 0-1,2 mm, eventuali additivi polimerici, terre colorate o pietre macinate. Stuccature invisibili potranno essere eseguite utilizzando stucco costituito da copolimeri fluorurati e polvere della stessa pietra.

1.15.4 INIEZIONI CON MISCELE LEGANTI

In assenza di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate attraverso le quali operare l'iniezione si eseguiranno delle perforazioni; il numero dei fori sarà proporzionato all'entità del distacco ed indicato negli elaborati di progetto (8-10 fori per m^2); in genere la distanza tra i fori sarà di circa 40-60 cm.

Dopo aver eseguito le perforazioni si renderà necessario aspirare gli eventuali detriti della foratura, le polveri e quanto altro possa ostacolare la corretta immissione e percolazione della miscela. In seguito si eseguirà una prima iniezione di acqua deionizzata ed alcool con lo scopo di verificare l'eventuale esistenza di lesioni o fori; in presenza di queste fessure si procederà alla loro puntuale stuccatura (che verrà rimossa a presa avvenuta) tramite malta "magra", a bassa resistenza meccanica di ancoraggio al supporto, cotone idrofilo, lattice di gomma, argilla ecc.

In presenza di forti distacchi e di supporti in buono stato di conservazione, si potranno inserire nel foro piccole guarnizioni in gomma a perfetta tenuta opportunamente sigillate per impedire la fuoriuscita del prodotto.

Per distacchi di lieve entità, non essendo possibile iniettare miscele idrauliche si rileverà utile una micro-iniezione di 1 parte di resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione variabile, caricata con carbonato di calcio o polvere di pomice. Un altro composto utilizzabile per piccole cavità sarà il caseato di

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 30

calcio; il caseato di calcio, dopo la presa, sarà fragile a trazione e resterà permeabile al vapore acqueo, per questo potrà essere indicato in ambienti asciutti. Previa umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una normale siringa di plastica. Ad infiltrazione del formulato avvenuta, passati circa 30-35 minuti, si procederà con il consolidamento di un'altra area di distacco.

Per la riadesione di elevate superfici d'intonaco, potrà rilevarsi utile una compressione della superficie in questione tramite una pressione regolare ed uniforme, sia durante il periodo di iniezione del consolidante, sia durante la presa; tale pressione potrà essere eseguita, per mezzo di mani, molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di legno rivestite di feltro, per un durata variabile di qualche decina di minuti a 12-14 ore, in ragione del tipo e della quantità di prodotto immesso.

Previo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni) si rimuoveranno manualmente le stuccature provvisorie e le eventuali, cannule in gomma e si sigilleranno i fori con stucco costituito da grassello di calce e polveri di marmo.

1.15.5 MESSA IN SICUREZZA LASTRE DA RIVESTIMENTO

Raramente gli ancoraggi preesistenti si presenteranno efficienti e ben conservati. Per la messa in sicurezza potranno essere usati elementi metallici quali zanche, perni, piastre, ecc, in rame o in ottone trafilato, in acciaio a doppia zincatura a caldo, in acciaio inossidabile AISI serie 300.

Sarà sempre obbligatorio per l'impresa effettuare controlli sistematici in corso d'opera con l'eventuale ausilio di endoscopie, in quanto potrebbero passare inosservate particolari situazioni costruttive differenti da quelle rilevate nel corso della campagna di indagini preliminari.

1.15.6 CONSOLIDAMENTO DELLA PELLICOLA PITTORICA

Il prodotto consolidante potrà essere scelto tra: idrato di bario, caseinato d'ammonio e di calcio, silicato di potassio, esteri dell'acido silicico, resine acriliche (in solventi con acqua distillata, diluente per etilsilicato, diluente nitro, ecc.) inoltre, grassello di calce, cocchiopesto e carbonato di calcio micronizzato in relazione alla specificità del caso. L'applicazione del prodotto consolidante dovrà essere effettuata con un'umidità relativa non superiore al 70% e con temperatura superficiale compresa tra +10 e +35 °C.

L'impacco risulterà adatto su dipinti a buon fresco o a mezzo fresco; il consolidamento dato a spruzzo (manuale o a volume d'aria) sarà idoneo su dipinti a secco e l'applicazione a pennello su limitate porzioni di dipinti a secco. Per dipinti ad affresco potrà essere utilizzato l'idrato di bario in soluzione satura o il caseinato d'ammonio al 5%, applicati ad impacco. Per i dipinti a secco potranno essere utilizzati prodotti inorganici in soluzione acquosa; le superfici limitrofe non interessate dall'intervento dovranno essere opportunamente protette e pertanto l'impresa dovrà mettere in atto presidi con fogli di polietilene, carte, ecc. e delimitare il contorno dell'area di intervento con polpa di cellulosa impastata con poca acqua distillata, così da garantire una zona di contenimento al fine di non fare percolare la sostanza consolidante.

1.16 PROTEZIONI

Lo scopo delle protezioni è quello di impedire il passaggio dell'acqua e dell'umidità da condensa all'interno del materiale e di ostacolare l'aggressione degli inquinanti atmosferici o di microrganismi animali e vegetali; per fronteggiare questi fattori, i prodotti utilizzati devono presentare i requisiti di idrorepellenza, reversibilità, traspirabilità, assenza di sottoprodotti dannosi e stabilità alle radiazioni U.V.

Il trattamento impregnante e idrorepellente da eseguire su superfici minerali verticali dovrà, se non diversamente specificato dalla D.L., essere eseguito su supporti perfettamente puliti, asciutti, privi d'umidità, esenti da sali solubili, alghe, funghi ed altri biodeteriogeni.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 31

1.16.1 PROTEZIONI SUPERFICIALI DELLE CRESTE

Lo scopo è quello di garantire la conservazione delle sommità dei muri e delle parti in vista dei manufatti architettonici allo stato di rudere, tramite la realizzazione di "superfici di sacrificio" che si degradano nel tempo, al posto della muratura sottostante, ossia la posa di filari di laterizio o pietra che seguono l'andamento frastagliato del muro, oppure la messa in opera di bauletto di malta o di malta e sassi infissi, secondo le prescrizioni della DL; le operazioni preventive comportano il rilievo dello stato di fatto, la asportazione delle erbe infestanti, la pulitura meccanica della superficie, il consolidamento ed integrazione della muratura, la stuccatura delle fessure presenti tra i diversi elementi. L'intervento di protezione dovrà risultare, in ogni sua parte, facilmente riconoscibile distinguendosi chiaramente dalla preesistenza così da non ostacolare e confondere la leggibilità dei muri e l'analisi stratigrafica.

1.16.2 PROTEZIONE DI MATERIALI LIGNEI

I prodotti capaci di preservare i materiali lignei dall'attacco di insetti e funghi potranno essere composti chimici semplici o miscele di diversi formulati come ad esempio, le sostanze sintetiche in solventi organici, i sali minerali solubili in acqua e i prodotti oleosi naturali. In generale la protezione avverrà mediante l'utilizzo di sostanze che rendono il legno tossico all'aggressione da parte di funghi, organismi marini e insetti. Saranno da evitare applicazioni di prodotto in forti spessori, in quanto lo scopo dovrà essere quello di proteggere il legno e non isolarlo dall'ambiente.

1.16.2.1 Trattamento con olio di lino

Questo tipo di protezione verrà realizzata previa sgrassaggio della superficie e lavaggio successivo; la superficie verrà di seguito raschiata e carteggiata e verranno stuccate le fessure con stucco all'olio o pasta di legno; a seguire una ulteriore carteggiatura e applicazione di una prima mano di fondo impregnante a base di olio di lino e resine naturali. Ad essiccazione avvenuta (circa dopo 2-6 giorni) si procederà alla carteggiatura e alla messa in opera del fondo di riempimento; quando questo strato risulterà essiccato (2-6 giorni), carteggiato, asciutto e pulito, verranno applicate due mani di finitura di olio di lino eventualmente pigmentato con ossidi di ferro o terre naturali. L'eccesso di prodotto impregnante non assorbito dovrà essere rimosso con l'ausilio di un panno morbido. Il trattamento dovrà essere fatto con temperatura esterna compresa tra +5°C e + 35°C e con un'umidità relativa non superiore al 70%, operando opportuni accorgimenti protettivi per le superfici esposte al sole e al vento.

1.16.2.2 Trattamento con sostanze antitarlo, antimuffa e antifungo

A seguito dell'eventuale consolidamento si esegue il trattamento per la protezione o disinfestazione; il prodotto utilizzato dovrà presentare un bassissimo grado di tossicità, non dovrà formare una pellicola superficiale, né produrre alterazioni cromatiche e dovrà consentire l'eventuale applicazione di una successiva verniciatura. L'applicazione del prodotto potrà essere fatta a pennello o a spruzzo a più mani. Ad essiccazione del prodotto (in media 4-6 ore) la parte trattata dovrà essere carteggiata al fine di eliminare le eventuali fibre legnose rialzate durante l'applicazione del prodotto. Nel caso in cui all'interno del materiale si dovesse riscontrare la presenza di insetti, la procedura di disinfestazione dovrà essere puntuale.

1.17 PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO IN SEQUENZA

Ogni operazione, di seguito elencata, dovrà essere preventivamente concordata con la DL.

1.17.1 ARENARIE E PIETRE A MATRICE SILICATA

Si indicano di seguito le operazioni principali:

Pulizia dai depositi pulverulenti e da stucature incoerenti, mediante spazzole morbide e aspirapolvere;

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 32

-**pulizia meccanica** in caso di presenza di forti strati di guano, depositi di varia natura imputabili alla presenza di piccioni, mediante impiego di spazzole di saggina e spatole; successivo lavaggio con acqua demineralizzata e disinfettante fino alla totale rimozione dei depositi, onde neutralizzare le patine biologiche di nuova possibile formazione;

-**impacchi di carbonato d'ammonio** saturo in polpa di carta, per liberare i depositi consistenti di croste nere o le superfici compatte non traspiranti, da applicare previo attenta osservazione dello stato di conservazione e selezione dei punti di pulitura e sulla superficie, nella misura strettamente necessaria per non danneggiare le porzioni di più elevata fragilità; tale operazione va eseguita in tempi variabili e ripetuti in base alla tenacità dei depositi da eliminare e neutralizzare; a seguire verranno ripetuti risciacqui con acqua;

-**lavaggio** a bassa pressione con disinfettante biocida contro gli attacchi di micro e macro flora ad ampio spettro d'azione disperso in acqua e successiva frizione con pennelli e spazzole di nylon, a finire sciacquatura con acqua; eventuale rimozione di graffi mediante ulteriore applicazione di impacchi localizzati di solvente idoneo;

-**trattamento consolidante** della superficie con stesura a pennello e nebulizzazione a bassa pressione di silicato d'etile fino a rifiuto, per ridare coesione alle parti;

-**trattamento consolidante profondo** in corrispondenza di sacche decoese, mediante iniezioni di silicato d'etile in profondità fino a raggiungere le porzioni più interne ammalorate;

-**inserimento di barre in vetroresina e/o acciaio** (a seconda della dimensione della porzione di pietra danneggiata) annegate nei perfori con resina epossidica bicomponente per assicurare le porzioni di materia pericolante e per recuperare la solidità e la coesione degli elementi;

-**stuccatura di lesioni, lacune, cavità, fessurazioni** di parti di pietra interessate da discontinuità materica, con malta a base di legante idraulico desalinizzato specifico per lapideo, e polvere di arenaria;

-**applicazione di intonachino** a base di grassello di calce stagionato ed inerti selezionati da applicare sugli aggetti, sugli sporti, ecc. da tirare a ferro e successivamente trattare con idrorepellente per una maggiore protezione della pietra esposta all'azione erosiva degli agenti atmosferici;

-**velatura** a grassello di calce pigmentata con terre naturali per fornire protezione ed equilibrio alle zone di disturbo, riproducendo la tonalità della scialbatura antica rintracciata sulla pietra.

-**mimesi delle sole stuccature**, alternativa alla velatura, mediante ritocco selettivo e puntuale con tinte minerali e pigmenti idonei;

-**trattamento protettivo** finale mediante nebulizzazione di prodotto idrorepellente traspirante, biocida di controllo sulla superficie in arenaria, dato a bassa pressione; il trattamento idrorepellente sarà eseguito ad avvenuta carbonatazione delle stuccature e della velatura; pertanto tale operazione va procrastinata nel tempo, qualora le temperature basse non consentano la naturale maturazione dei prodotti a base di calce.

1.17.2 ELEMENTI IN MARMO

Si procede generalmente nel seguente modo:

-**trattamento contro infestanti** biologici con prodotto biocida ad ampio spettro nebulizzato a bassa pressione;

-**rimozione della patina inquinante** di particolato atmosferico di natura carboniosa, mediante l'applicazione di impacchi prolungati di prodotto AB57 in polpa di cellulosa, per l'eliminazione dei depositi più tenaci e successiva neutralizzazione con acqua demineralizzata;

-**incollaggio di frammenti** distaccati e di micro lesioni mediante resina epossidica bicomponente specifica;

-**sostituzione delle stuccature** ammalorate e intervento integrale sul quadro fessurativo con malta a base di calce idraulica specifica per lapideo, addizionata con inerti selezionati al fine di ottenere una adeguata mimesi di cromia e di tessitura;

-**ritocco** eventuale con tinta a base di calce e pigmenti naturali nelle parti cromatiche;

-**protezione** finale di uno strato di cera microcristallina ad alto punto di fusione, con tampone di garza di cotone e successiva lucidatura con cencio di lana.

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 33

1.17.3 ELEMENTI IN TERRACOTTA E PARAMENTI MURARI

Si indicano di seguito le operazioni principali:

- pulizia meccanica**, in caso di presenza di forti strati di guano, depositi di varia natura imputabili alla presenza di piccioni, si opera mediante impiego di spazzole di saggina e spatole; successivo lavaggio con acqua demineralizzata e disinfettante fino alla totale rimozione dei depositi, onde neutralizzare le patine biologiche di nuova possibile formazione;
- lavaggio** a bassa pressione con disinfettante biocida contro gli attacchi di micro e macro flora, ad ampio spettro d'azione disperso in acqua, e successiva frizione con pennelli e spazzole di nylon; a finire sciacquatura con acqua; eventuale rimozione di graffiti mediante ulteriore applicazione di impacchi localizzati di solvente idoneo;
- sabbiatura "soft"**, eseguita a bassa pressione con inerte morbido e tarata opportunamente per l'asportazione non completa dei depositi;
- fissaggio degli elementi in terracotta** pericolanti mediante risarcitura delle fessurazioni e delle abrasioni superficiali, con stucco composto da legante idraulico e cocchiopesto per impedire la penetrazione di agenti inquinanti nel modellato;
- rimozione e sostituzione delle stuccature dei paramenti murari** non più coerenti o ammalorate, con rinzaffi di malta macroporosa deumidificante e con una successiva finitura di malta a base di calce idraulica desalinizzata ed inerti selezionati per granulometria e cromia;
- ricostruzione eventuale del paramento murario** mancante, mediante inserimento e adattamento di laterizi idonei con malta consolidante a base di calce.
- trattamento protettivo** finale mediante prodotto dato a bassa pressione, idrorepellente traspirante, biocida di controllo sulla superficie; il trattamento idrorepellente sarà eseguito ad avvenuta carbonatazione delle stuccature e della velatura; pertanto tale operazione va procrastinata nel tempo, qualora le temperature basse non consentano la naturale maturazione dei prodotti a base di calce

1.17.4 ELEMENTI IN LEGNO

Si indicano di seguito le operazioni principali:

- spazzolatura** per rimuovere eventuale presenza di tinta incoerente;
- trattamento impregnante contro insetti xilofagi e consolidante** a base di resine compatibili con il legno, dato a più mani;
- risarcitura delle fessurazioni** con stucco specifico per legno;
- trattamento protettivo con due mani di smalto** specifico per legno per esterni pigmentato, anche ad imitazione di arenarie o secondo specifiche indicazioni della DL.

1.17.5 ELEMENTI IN FERRO

Si indicano di seguito le operazioni principali:

- pulitura delle superfici ossidate** con idonee spazzole e trattamento con convertitore della ruggine;
- protezione** di tutti gli elementi e le superfici in ferro con resina specifica per metalli;
- restauro delle fratture** degli elementi distaccati attraverso la legatura per ridare solidità alle parti, anche attraverso inserimento di barre in vetroresina annegate in resina epossidica bicomponente;
- trattamento finale in smalto** micaceo opportunamente pigmentato;

1.17.6 INTONACI

Si indicano di seguito le operazioni principali su intonaci non decorati:

- campagna di individuazione dei punti di non adesione** con il substrato, mediante battitura manuale;
- consolidamento** delle parti distaccate mediante iniezione puntuali di malta idraulica;
- applicazione a pennello di prodotto consolidante** e regolarizzatore di fondo a base minerale;
- stuccature delle lacune** e delle piccole lesioni presenti;
- tinteggiatura** data a due mani, a base di grassello di calce stagionato 24 mesi e pigmenti naturali in polvere;

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 34

Si indicano di seguito le operazioni principali su intonaci decorati:

-campagna di individuazione dei punti di non adesione con il substrato, mediante battitura manuale;

-consolidamento dell'intonaco pulverulento e della pellicola pittorica sollevata, con applicazione di silicato di etile;

-consolidamento delle parti distaccate mediante iniezione puntuali di malta idraulica;

-pulitura della superficie a base di carbonato di ammonio con supporto cellulosico e ripetizione della operazione nell'arco di due o tre ore, fino all'asportazione delle patine annerite e risciacquo con acqua demineralizzata;

-intervento conservativo mediante eliminazione delle zone di disturbo e ripresa delle lacune attraverso velature e spugnature;

Comune di Bologna	Unità intermedia	Pagine
Dipartimento Cura e Qualità del Territorio Settore Edilizia e Patrimonio	U.O. Tecnica	Pag. 35