



Attraverso la caratterizzazione analitica di una serie di campioni, prelevati in edifici storici veneziani e rappresentativi dei principali tipi di intonaci dei secoli XVI-XVIII, si sono desunti i dati oggettivi che hanno permesso di riprodurre le miscele e i tipi di stesura il più possibile simili. Questa prova di riproduzione 'analogica' può permettere di soddisfare richieste di operazioni di integrazione pertinenti o di nuove intonacature, compatibili con i supporti murari esistenti. La sperimentazione ha mirato anche a definire un protocollo diagnostico di analisi da effettuare in base al contesto e con modalità di conoscenza progressiva, ponendo in relazione i costi e le informazioni desumibili dalle stesse analisi e utili ai fini della comprensione del caso specifico oggetto di intervento.

4.2

Dallo studio analitico dell'intonaco antico alla preparazione degli intonaci di risarcimento e di ricostruzione

Mauro Menaldo, Francesco Rizzi, Luca Scappin

La sperimentazione e il progetto di campionamento

Luca Scappin

1. Gli obiettivi della sperimentazione

Tra le possibili operazioni pertinenti che possono essere condotte in presenza di intonaci storici conservati in opera l'intervento di integrazione mirata costituisce una scelta progettuale che va eseguita con modalità operative proprie del singolo fronte, o di porzione di fronte, e utilizzando miscele di impasto compatibili e affini per materiali, miscelazione e lavorazioni. Secondo quest'ottica, di ripercorrere l'effettiva composizione degli impasti impiegati in intonaci storici esistenti, è stata condotta una sperimentazione finalizzata alla caratterizzazione di una serie di campioni significativi, rispetto al panorama crono-tipologico dei rivestimenti veneziani, e alla selezione delle analisi di laboratorio adeguate a definirne le caratteristiche in funzione della riproduzione e realizzazione su pannelli murari. Lo scopo della sperimentazione, che viene descritta in questo capitolo, è consistito, quindi, nel dimostrare che è possibile produrre un nuovo impasto partendo dai dati desunti dalle analisi di un campione di intonaco storico e miscelando componenti materiche che siano simili o confrontabili, soprattutto dal punto di vista petrografico-mineralogico, rispetto a quelle utilizzate storicamente. Infatti, tra i limiti che si pongono in queste operazioni di riproduzione vi è la mancanza di disponibilità di alcune delle materie prime che furono impiegate nel passato, come la pietra d'Istria o le sabbie fini di laguna, ma che possono essere compensate con opportune valutazioni su materiali equivalenti o sulla composizione di più materiali.

La metodologia della ricerca si è strutturata secondo le seguenti fasi: 1. campionamento di intonaco storico; 2. analisi chimico-fisiche dei campioni per la definizione della composizione e della manifattura; 3. scelta dei materiali affini; 4. miscelazione dei componenti; 5. applicazione e lavorazione su supporto murario; 6. analisi chimico-fisica dei nuovi campioni riprodotti. Queste fasi, che riguardano ogni singolo tipo di intonaco scelto, è stata preceduta da una selezione a scala urbana di diciotto casi di superfici con intonaci storici che costituivano una varietà crono-tipologica delle finiture dei secoli XVI-XVIII ed erano sufficientemente conservati nelle componenti materiche di strato e di superficie. Dopo le analisi di laboratorio e le valutazioni di confronto, dei diciotto campioni ne sono stati selezionati otto ai fini della effettiva riproduzione degli impasti con nuovi materiali e della successiva esecuzione sui supporti murari appositamente predisposti.

Con questa sperimentazione si è potuto dimostrare che la cura delle fasi di caratterizzazione dell'intonaco esistente, che comprendono sia la campionatura che le analisi di laboratorio, consentono una trasposizione delle conoscenze acquisite nella progettazione del nuovo rivestimento che viene impiegato per l'integrazione. Nei casi selezionati la collaborazione tra il rilevatore-stratigrafo, che ha campionato, e l'analista dei ma-



A lato: Strati di intonaco in marmorino su cocchiopesto, di cui si riconoscono le cariche lapidee maggiori e i frammenti di laterizio; gli strati hanno una ottima adesione tra loro per una stesura a fresco su fresco (microfotografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione lucida in luce riflessa a 20x)

Figura 1: Zona di campionamento di marmorino su cocchiopesto utilizzando come indicatore il semplice dito per il punto di prelievo

Figura 2: Zona di campionamento di marmorino utilizzando un indicatore appositamente dotato di scala colore e numero del prelievo

SCHEDA 1			
1	marmorino su cocchiopesto (possibili tracce finitura a cera o olio)	fine XVI - inizio XVII	pal. Clary corte, ala sud, p.3 DD_047_326 insula Carmini
edificio		fronte di prelievo	zona di prelievo
campione			
fronte		retro	
sezione		confezione	

Figura 3: Un esempio di schedatura veloce di campione per fornire le caratteristiche riconoscibili e la localizzazione; le immagini servono a identificare il luogo di prelievo (in sequenza dall'edificio alla parete, alla zona di prelievo) e alcune riprese del campione (fronte, retro, sezione, bustina di contenimento)

teriali, geologo, ha portato alla definizione di una procedura utile a rispondere ad una serie di questioni caratterizzanti l'intonaco dal punto di vista mineralogico-petrografico ma anche da quello tecnologico di manifattura al fine di comprendere le effettive tecniche esecutive¹. Infatti è stato possibile definire un protocollo standard di analisi contraddistinto da un conveniente rapporto costi-benefici e basato su specifiche richieste mirate ad identificare la componente materica e la componente esecutiva². I vantaggi che derivano da un controllo di queste fasi diagnostiche hanno certamente una ricaduta positiva sulla qualità delle scelte progettuali di intervento sulle superfici ma può averle anche in termini di economia del cantiere.

2. Il campionamento eseguito per la sperimentazione

Nel presente studio la parte di campionamento, preliminare alle analisi diagnosti-

¹ Sarebbe auspicabile costruire una banca dati di analisi complete di campioni di intonaci storici databili, per comprendere non solo le caratteristiche specifiche e le tecniche esecutive ma soprattutto l'origine delle materie grezze utilizzate in laguna, in particolare le calce e le sabbie, e per poter eseguire dei controlli incrociati di molte informazioni.

² Rispetto alla componente esecutiva si sono richieste le seguenti informazioni: il numero e spessore degli strati omogenei e il numero dei passaggi di stesura identificabili per ogni strato mono o bi-aggregato; il tipo di adesione tra strati, che è legata alla tempistica di stesura variabile dall'applicazione 'a fresco su fresco' a quella 'a secco'; i segni di lavorazione rilevabili nelle interfacce o sulle superfici. Inoltre rispetto ai materiali degli impasti si sono richieste: le caratteristiche delle inclusioni bianche, se associabili ai grani incotti o a grumi di calce; il tipo di reazione del cotto macinato con la calce, in relazione alle dimensioni dei grani di cotto; la presenza di frammenti di bivalve negli strati con sabbia; la presenza di micro fessurazioni dell'impasto o dei micro distacchi tra strati, che possono denunciare fasi di ritiro e modalità non corrette di stesura; il tipo di frammenti carbonatici impiegati nei marmorini; l'identificazione della presenza e del tipo di sostanze di protezione superficiale. Gli altri parametri rientrano nelle normali schede di analisi previste dalle NORMAL 12/83, 23/86, 23/87, 26/87, 27/87, 1/88, e gli aggiornamenti UNI 11182/2006, 11176/2006.

che di laboratorio, si è articolata in due fasi corrispondenti a due livelli di scelta delle aree con materiali rappresentativi. In una prima fase di selezione, a scala urbana, si sono valutati quegli edifici significativi per la caratterizzazione cronotipologica dei rivestimenti ad intonaco con periodo temporale compreso tra il XVI e il XVIII secolo, ossia quegli intonaci che si conservano maggiormente e rivestono ancora ampie superfici dell'edilizia storica. Nella seconda fase, propria del campionamento di un singolo edificio, si sono eseguite le due operazioni che richiedono modalità specifiche, ossia la scelta della zona da campionare e il prelievo del singolo frammento.

Nella prima fase, relativa all'intero tessuto dell'edilizia storica veneziana, l'esperienza maturata nel corso degli anni, volta ad una identificazione cronotipologica degli intonaci antichi, ha permesso di definire una serie di casi distribuiti nella città, per la maggior parte dei quali il prelievo è stato agevolato dalla presenza di cantieri di restauro. Sono stati selezionati i campioni rappresentativi delle tipologie distinte per aggregato e differenziate per periodo temporale in modo da coprire una casistica varia, anche se non esaustiva, rispetto alle varietà ancora presenti nel centro storico veneziano: intonaci in sabbia, intonaci in cocchiopesto, intonaci in marmorino monostrato e intonaci in marmorino con sottofondo in cocchiopesto. (fig. 4)

Per quanto riguarda lo studio condotto si possono esplicitare le strategie operative utilizzate per comprendere l'attenzione che deve essere posta in questa fase conoscitiva, che è propria di un cantiere di restauro rigoroso. Può essere definito pertanto un protocollo operativo per la scelta di campioni a scala urbana (A), specifica

	Tipo	Periodo	Edificio	R/A
1	marmorino su cocchiopesto (possibili tracce finitura a cera o olio)	fine XVI - inizio XVII	pal. Clary corte, ala sud, p.3	
2	marmorino monostrato (con inclusioni cocchiopesto)	XVII-XVIII	case a S. Lio calle, p.t.-p.1	
3	cocchiopesto (possibili tracce finitura a cera o olio)	XVII	pal. Merati corte, p.t.	
4	marmorino su cocchiopesto (possibili tracce finitura a cera o olio)	fine XVII	case Rizzi fronte, p.t-p1	R/A
5	marmorino su sabbia (possibili tracce finitura a cera o olio)	XVII	pal. Zen corte, p.2	
6	marmorino monostrato (possibili tracce finitura a cera o olio)	XVII-XVIII	casa alla Pescheria fronte rio, p.3	R/A
7	sabbia (con finitura a cromia gialla e bianca)	XVI	pal. Tron corte, p. 4	
8	marmorino su cocchiopesto (possibili tracce finitura a cera o olio)	metà XVIII	case a S Stin calle Zane, p.t.	R/A
9	sabbia (forse con tracce finitura bianca)	XVIII	pal. Donà della Madoneta lato nord, p.3	R/A
10	sabbia (superficie erosa, forse c'era finitura bianca)	XVI-XVII	case Donà dalle Rose lato ramo, p.t.	
11	sabbia (superficie erosa, forse c'era finitura bianca)	XVII-XVIII	case a Spirito Santo corte, p.t.-p.1	R/A
12	sabbia (superficie erosa, forse c'era finitura bianca)	inizio XVII	pal. Cassetti lato calle, p.3	R/A
13	cocchiopesto (possibili tracce finitura a cera o olio)	inizio XVII	pal. Cassetti fronte su fondamenta, p.3	R/A
14	cocchiopesto (lavato, forse tracce finitura)	metà XVI	pal. Zen retro, p.2	
15	cocchiopesto (superficie erosa)	metà XVI	case Da Mula lato ramo, p.t.	R/A
16	sabbia (con finitura a cromia rossa, possibili tracce finitura a cera o olio)	XVII-XVIII	pal. Rota lato calle, p. 3	
17	marmorino monostrato (possibili tracce finitura a cera o olio)	2° metà XVI	pal. Maruzzi corte, p. 2	R/A
18	marmorino monostrato (possibili tracce finitura a cera o olio)	2° metà XVI	pal Salvazi lato calle, p. 4	

Figura 4: Tabella dei 18 campioni selezionati per le analisi e rappresentativi delle tipologie di stratificazione dei secoli XVI-XVIII; si sono fornite le ipotesi sul riconoscimento delle finiture presenti; nella colonna di destra con le lettere R/A si indicano gli 8 tipi selezionati per la riproduzione (R) dopo aver effettuato una valutazione delle analisi di laboratorio



Figure 5a-b: Campione di intonaco in marmorino monoaggregato, di inizio XVII sec., che ad un riconoscimento autoptico può indicare la presenza di trattamenti superficiali conservati; lo spessore è intorno ai 5mm

Figure 6a-b: Campione di intonaco in cocchiopesto monoaggregato, di inizio XVII sec., che ad un riconoscimento autoptico può indicare la presenza di trattamenti superficiali conservati; lo spessore è intorno ai 4mm

per la presente ricerca, e per l'individuazione a scala di singola unità edilizia (B, C)³: A. La fase preliminare è consistita nella individuazione di edifici connotati da caratteri precisi e databili con metodi di riconoscimento diretto (approccio morfologico-stilistico e tecnico-costruttivo) e con fonti indirette (documenti bibliografici e d'archivio), non sempre disponibili. In molti casi la scelta è stata orientata dalla presenza di cantieri di restauro in edifici storicamente significativi, in altri sono stati scelti edifici rappresentativi di determinati rivestimenti. Il criterio prevalente è stato quello di selezionare edifici con rivestimenti in fase con la muratura, vale a dire contemporanei all'epoca di costruzione del supporto murario su cui erano stesi. Questo presuppone una lettura preliminare di tipo stratigrafico applicata all'intera fabbrica in modo da individuare le fasi costruttive dei corpi principali e di eventuali corpi aggiunti. Ad un secondo livello di valutazione si colloca l'analisi stratigrafica degli strati di rivestimento tale da distinguere gli intonaci originari da quelli di integrazione o di sovrapposizione o di sostituzione successiva. B. Una volta identificati gli intonaci significativi di fattura contestuale all'edificio si procede con un'analisi dei fronti che ha un duplice obiettivo: 1. individuare le aree più rappresentative dell'intonaco meglio conservato nella sequenza stratigrafica originaria (stesura in spessore e finitura di superficie); 2. scegliere quelle che offrono il minor danno da prelievo.

La prima condizione viene ottenuta con una osservazione ravvicinata e puntuale, sui ponteggi o a distanza con binocolo con alto rapporto di ingrandimento, poiché in alcuni casi il prelievo è avvenuto dalle finestre dei piani alti. Inoltre questo requisito in genere è soddisfatto dalle aree che si trovano nelle zone più protette, in particolare sotto elementi aggettanti, che fungono da protezione della superficie verticale, come le zone sotto i canali di gronda, oppure le zone sottostanti i davanzali, i poggioli, i balconi, i *fogher* in aggetto o le canne fumarie sporgenti; o ancora sotto le cornici orizzontali e i contorni delle aperture e nelle rientranze di piccoli vani nel caso di finestre tamponate e di nicchie. Anche la presenza di croste nere o depositi superficiali, più o meno coprenti, possono aver svolto un ruolo protettivo e possono nascondere aree ben conservate. È possibile scoprire intonaci intatti lungo le interfacce di murature realizzate in momenti diversi e conservatisi per la giustapposizione (in appoggio) di setti murari (ortogonali o pareti o fodere) o di altri rivestimenti successivi. In quest'ultimo caso nelle demolizioni di intonaci più recenti è necessario porre attenzione agli strati sottostanti che possono essere lacerti di vecchi rivestimenti; pertanto, è necessario predisporre dei saggi stratigrafici di verifica. La visione e ispezione ravvicinata può avvenire anche con l'ausilio di lenti di ingrandimento adeguate o con i microscopi portatili oggi facilmente disponibili. La scelta delle zone più adatte al prelievo richiede una capacità di lettura delle caratteristiche macroscopiche, sia materiche che di manifattura, che sono disponibili ad una valutazione sensibile (lettura autoptica, tattile, eventualmente gustativa). In fase di

³ Alcune indicazioni sui criteri di campionamento sono fornite dalla UNI NORMAL 3/80 intitolata *Materiali lapidei: campionamento*, dove la finalità principale è documentare e analizzare le forme di alterazione dei materiali delle strutture storiche. Per un inquadramento della procedura che va dal campionamento alle analisi chimico-fisiche cfr.: G. TORRACA, *Scienza, tecnologia e restauro*, in G. CARBONARA (a cura di), *Trattato di restauro architettonico, secondo aggiornamento*, Torino, Utet, 2008, pp. 1-37. Per alcune note sull'importanza del campionamento cfr. P. GIOVANNINI, R. PARENTI, *I rivestimenti parietali degli edifici storici: proposta di un protocollo per il rilievo dei campioni*, in R. CODELLO, G. DRIUSSI (a cura di), *Scienza e beni culturali*, n. 2-3, 2000, pp. 41-46.

Dallo studio analitico dell'intonaco antico alla preparazione degli intonaci di risarcimento e di ricostruzione

identificazione delle proprietà degli strati di intonaco è opportuno saper eseguire una serie di operazioni: valutare la consistenza del materiale, individuare i tipi di aggregati (sabbie, cocciopesto, cariche lapidee, altri componenti) e di leganti; formulare ipotesi sul rapporto legante/aggregato in base alla consistenza; eseguire la lettura cromatica degli strati in spessore e delle superfici; confrontare gli spessori parziali e complessivi; riconoscere eventuali separazioni o compenetrazioni dei materiali diversi eseguiti con azioni più o meno distanziate; riconoscere il tipo di lavorazione superficiale e di protezione originaria (l'aspetto della superficie può essere letto in base alla riflessione della luce, alla consistenza materica superficiale, al tipo di trasparenza, al tipo di liscatura, al tipo di cromia); valutare l'adesione al supporto e tra gli strati e la coesione dei singoli strati. In questa fase è da tenere conto la variabilità degli spessori che l'intonaco assume sia in zone diverse dei fronti (dalla zona basamentale a quella del sottogronda) sia rispetto alla conformazione della superficie dei giunti di malta in relazione al piano verticale dei mattoni; inoltre può presentarsi una variabilità della composizione dei materiali dello stesso tipo di intonaco, anche tra fronti diversi dello stesso edificio, in termini di granulometria degli aggregati e di rapporto legante/aggregato. La composizione dei materiali di rivestimento può variare anche da punto a punto in relazione al fatto che le superfici delle architetture antiche hanno subito per lungo tempo sia l'azione degli agenti atmosferici, sia frequenti interventi di riparazione o modifica con sostituzioni più o meno affini al preesistente secondo criteri e materiali propri dell'epoca d'intervento. La seconda condizione, ossia la scelta delle aree che offrono il minor danno da prelievo, viene soddisfatta per lo più con l'individuazione delle discontinuità 'dominanti', che si trovano in corrispondenza di lesioni o sui bordi di rottura di lacune e distacchi. Pertanto si applica il principio della minima invasività e ridotta distruttività dell'azione, e quindi il minor danno ad un bordo di superficie che può essere restaurato, poiché se distaccato può essere riaderito con iniezioni o stuccature di bordo e protetto con integrazioni e eventuali velature.

C. Il prelievo prevede l'asportazione di piccole porzioni di materiale, riferite allo spessore complessivo dei rivestimenti e con superficie pari ad almeno un centimetro quadro, in corrispondenza delle aree più rappresentative. Il prelievo va accompagnato da una documentazione fotografica realizzata a distanza ravvicinata, con eventuale indicatore dotato di scala metrica e di scala colore, e con localizzazione topografica centimetrica dei punti di prelievo sul rilievo o fotopiano generale per poter ricollegare, in un secondo momento, i materiali analizzati al preciso supporto murario e alle unità stratigrafiche individuate nei singoli fronti. (figg. 1-3, 5-8)

Il campionamento ben progettato e correttamente eseguito diventa molto proficuo ed efficace quanto la fase di analisi in laboratorio, la cui complessità va programmata in base al tipo di campione e alle potenziali informazioni riconosciute già nel momento del prelievo. Normalmente lo studio del campione di intonaco permette di acquisire una maggiore conoscenza sia storica del singolo edificio, sia tecnico-esecutiva propria del tipo di rivestimento, sia conservativa poiché le informazioni che si vogliono desumere dalle conseguenti analisi intendono definire i materiali utilizzati nei diversi secoli, i tipi di miscele e le tecniche di esecuzione degli strati in spessore e nella finitura estetico-protettiva. Da questi dati si potranno dedurre anche indicazioni sui possibili e idonei



Figure 7a-b: Campione di intonaco in sabbia monoaggregato, di metà XVI sec., su cui si riconoscono striature da pennellatura di protettivo; lo spessore è intorno ai 5 mm



interventi conservativi propri per il tipo di intonaco, o per uno specifico stato di conservazione dello stesso, e per le nuove miscele di intonaci che possono essere accostati secondo criteri di pertinenza. Nel nostro caso, in considerazione dello scopo particolare della ricerca, ci si è principalmente orientati a ottenere campioni il più possibile integri nella stratificazione originaria e nella finitura superficiale, tralasciando prelievi più specificamente orientati ad una analisi delle forme di alterazione delle superfici.

Per avere una base di confronto con il geologo che ha analizzato i materiali è stata predisposta una scheda con alcune voci identificative e descrittive di ogni campione, utili per il riconoscimento dell'unità edilizia e la localizzazione del prelievo sul fronte dell'edificio: tipo di intonaco e indicazioni dello stato primitivo rilevabile e delle eventuali alterazioni, datazione dell'intonaco, denominazione dell'edificio, indicazione del fronte campionato e del piano. (fig. 3) La documentazione fotografica sul posto consiste di una sequenza di riprese dall'intero edificio, al fronte o zona di prelievo, all'area di prelievo (dettaglio della zona ristretta specifica di prelievo con indicatore puntatore, uno strumento appuntito o un dito della mano, o eventuale cartellino numerato con freccia e numero della serie dei campioni). I singoli campioni sono stati documentati fotograficamente in sede separata con un riferimento metrico (scala metrica) nelle loro facce frontale, posteriore e in sezione, e nel confezionamento in bustine trasparenti sigillabili con relativa identificazione scritta.

Figure 8 a-b: Campione di intonaco in marmorino mono-aggregato, di seconda metà XVI sec., che ad un riconoscimento autoptico può indicare la presenza di trattamenti superficiali conservati; lo spessore è intorno ai 6 mm

Il protocollo per le analisi dei campioni

Francesco Rizzi

1 – Criteri e fonti

La fase analitica ha rappresentato uno strumento basilare per la ricerca in corso finalizzata a determinare le caratteristiche da estrapolare dai campioni di intonaco preesistenti e trasporre per conformare i nuovi intonaci.

La scelta del protocollo analitico è stata stabilita con l'obiettivo di ottenere il miglior risultato in relazione alle informazioni deducibili e al rapporto costi-utilità. Dato l'obiettivo di indicare una metodologia universalmente replicabile, le analisi svolte e le strumentazioni utilizzate sono state scelte tra quelle a disposizione della maggior parte dei laboratori specializzati che operano nel settore.

Gli studi sono stati svolti secondo il quadro normativo attualmente vigente facendo perciò riferimento agli enti normatori nazionali (Normal, UNI), ed europei (EN). Parte delle analisi, che non risultano supportate da direttive o normative, sono state eseguite secondo procedure conformi alla norma UNI EN 17025 che regola le attività dei laboratori di prova accreditati.

In particolare ciascuna prova è stata eseguita secondo i metodi di seguito indicati:

- il lessico utilizzato nella descrizione del degrado dei campioni è conforme alla NORMAL 1/88 e alla più recente UNI 11182:2006;
- le sezioni sottili e le sezioni lucide vengono allestite secondo le tecniche indicate nella NORMAL 14/83;
- le descrizioni petrografiche delle malte vengono effettuate in conformità alle indicazioni riportate in UNI 11176:2006;
- la microanalisi chimica elementare alla microsonda elettronica in dispersione di energia (EDS), la analisi spettrofotometrica all'infrarosso in trasformata di Fourier (FTIR) e gli spot test in sezione lucida vengono effettuati secondo metodi interni di prova, con procedure comunque conformi alla norma UNI EN 17025.

Sulla base dei criteri esposti, la sequenza analitica proposta predilige le analisi di tipo mineralogico e petrografico. Esse infatti permettono di ottenere un elevato numero di informazioni basilari sugli impasti quali la natura dell'aggregato (granulometria, composizione, grado di maturazione dei sedimenti...), le caratteristiche del legante (tipologia, grado di omogeneizzazione), i rapporti quantitativi tra legante ed aggregato, lo stato di conservazione dell'impasto, nonché, se evidenti, caratteristiche indicative della manifattura quali stratigrafie, tempi di attesa da una stesura e l'altra, segni di lavorazione e/o schiacciamento delle superfici.

A corredo delle analisi mineralogico-petrografiche sono state eseguite analisi chimiche elementari. Anche in questo caso la scelta dell'analisi ha seguito criteri di costo ridotto/ottimizzato e di diffusione dell'attrezzatura. Si è quindi optato volutamente su analisi chimiche che permettessero il controllo della zona analizzata, svolgendo analisi alla microscopio elettronico con allegata analisi chimica alla microsonda elettronica che permettono di distinguere con precisione la composizione chimica della frazione legante da quella dell'aggregato. Infatti analisi chimiche quantitative quali l'analisi in fluorescenza ai raggi x, le analisi termo-gravimetriche, le analisi diffrattometriche ai

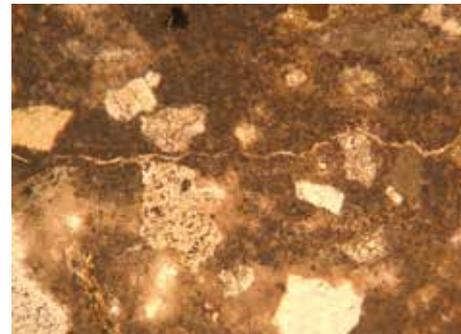


Figura 1: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 120x con nicols paralleli), relativa al campione 10; particolare del punto di contatto tra due stesure successive di intonaco; visibile una discontinuità interstrato che porta ad ipotizzare che la seconda fase di stesura sia avvenuto "a secco", quando la carbonatazione della precedente era già spinta

Figura 2: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione lucida in luce riflessa (immagine scattata a 20x), relativa al campione 6; visibile intonaco bianco con sabbia fine presente, nell'ultimo strato, in quantità subordinata rispetto al legante di calce aerea

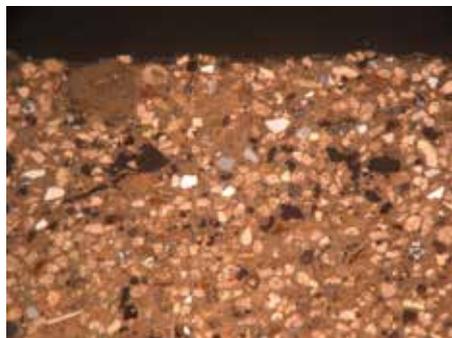
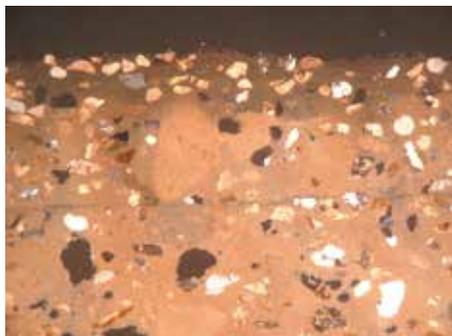


Figura 3: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 40x con nicols incrociati), relativa al campione 16; intonaco bianco a sabbia in tre strati; in evidenza la preponderanza della matrice legante aerea; l'aggregato presenta nella maggior parte dei casi colori di interferenza elevati tipici di minerali carbonatici

Figura 4: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 20x con nicols incrociati), relativa al campione 10; intonaco giallastro a sabbia in due strati; in evidenza la preponderanza della matrice legante aerea; dell'aggregato prevalentemente carbonatico

Figura 5: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 120x con nicols incrociati), relativa al campione 9; visibili i granuli di aggregato riferibile a sabbia naturale eminentemente carbonatica a granulometria fine e molto fine (<0,25mm) con frammenti di bivalvi

Figura 6: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 40x con nicols incrociati), relativa al campione 11; al centro dell'immagine è visibile un elemento riferibile ad un frammento di calcare micritico a struttura parzialmente modificata dalla cottura; si riscontrano tuttavia zone in cui è ancora ben visibile la struttura micritica originaria

raggi x, pur importantissime ed auspicabili, se eseguite su campione medio (quindi senza distinzione tra aggregato e legante), forniscono informazioni generiche e non riferibili con certezza al solo legante o al solo aggregato. Si sottolinea come nel caso specifico delle malte veneziane, l'estrema finezza dell'aggregato renda pressoché irrealizzabile la sua separazione meccanica a secco dalla matrice legante. Per quanto riguarda la ricerca dei leganti organici quali oli, cere o colle negli strati di finitura, è noto come in ambiente architettonico tendano, per varie vie, a trasformarsi in ossalati di calcio. Si sono quindi eseguite analisi all'infrarosso in trasformata di Fourier su campioni tal quali e su estratti con solventi organici. Qualche interessante risultato è stato ottenuto tramite test microchimici con coloranti specifici eseguiti in sezione lucida (spot test).

Altro punto focale risulta la modalità di esposizione dei risultati. In relazione alle consuetudini e alle pratiche di laboratorio c'è da considerare che in genere la norma di prova contiene un capitolo che fornisce indicazioni sulle modalità di espressione dei risultati e quindi delle voci da riportare nei Report. Tali informazioni vanno inoltre spesso implementate al fine di risultare conformi alla norma UNI EN 17025 che esprime i requisiti generali di competenza dei Laboratori di Prova.

Tuttavia, dato lo scopo della presente trattazione, risulta necessario selezionare ed incrementare quanto richiesto dalle normative al fine di determinare un elenco standardizzabile di voci fondamentali per la caratterizzazione degli intonaci e per la conoscenza della modalità di stesura.

Con riferimento alla distinzione tra materia e manifattura si evidenzia che una buona scheda analitica deve innanzitutto essere chiara e di facile consultazione.

(figg. 8, 9, 18, 19, 25, 26) In essa andranno evidenziati innanzitutto i parametri fondamentali materici: tali parametri sono quelli che caratterizzano i materiali e i loro rapporti quantitativi e forniscono quindi le informazioni fondamentali per l'approvvigionamento delle materie prime e per la realizzazione di eventuali impasti compatibili per eseguire le integrazioni all'originale. Essi sono: il colore d'insieme, la tipologia di aggregato, la granulometria dell'aggregato, la natura del legante, la presenza/assenza di grumi del legante, il rapporto quantitativo tra aggregato e legante.

Esiste poi una seconda serie di parametri fondamentali che riguardano la manifattura quali: il numero degli strati presenti, il numero di passaggi con cui è stato ottenuto lo strato, il grado di adesione tra gli strati (che fornisce utili informazioni sia per la modalità di stesura a secco oppure fresco su fresco che sulla necessità di eventuali interventi di consolidamento), lo spessore dei singoli strati ed infine, quando ancora riconoscibili, la presenza di segni di lavorazione e/o la presenza di sostanze organiche nello strato di finitura.

2 – Intonaci in sabbia

Il confronto tra osservazioni ottenibili in cantiere e risultanze delle analisi di laboratorio ha mostrato come l'utilizzo delle sabbie (a granulometria fine) come aggregato per intonaci di finitura è superiore a quello stimabile a prima vista in fase di campionamento. Infatti, sulla base delle indagini svolte, possiamo suddividere i campioni aventi come aggregato la sabbia in due categorie cromatiche: gli intonaci di colore giallastro, tonalità tipicamente riferita agli intonaci veneziani a sabbia, e gli intonaci di colore bianco, a prima vista assimilabili a strati "a marmorino" ma in realtà costitui-

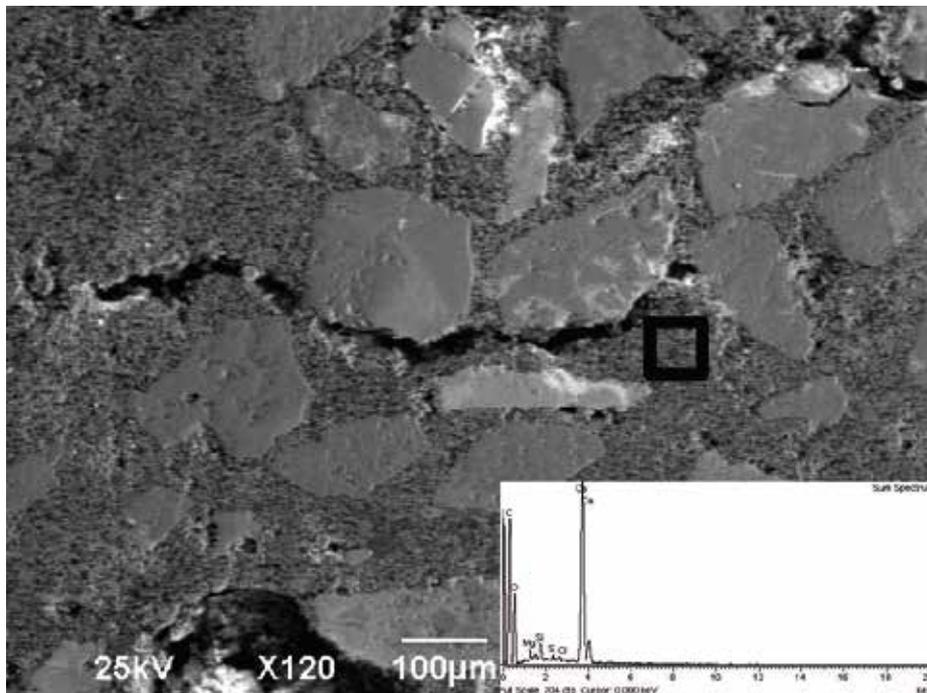


Figura 7: Micrografia al microscopio elettronico a scansione SEM (immagine backscattered), relativa al campione 6; intonaco a sabbia bianco; grazie alla visione elettronica è stato possibile analizzare una porzione di matrice legante (riquadro nero) tramite microanalisi chimica elementare alla microsonda elettronica in dispersione di energia (EDS); lo spettro EDS (visibile in sovrapposizione alla foto) mostra la presenza di solo calcio con tracce di cloro e silicio

campione	Aggregato	Legante	grumi calce	Aggr / Leg A/L
5	A. Sabbia naturale eminentemente carbonatica a granulometria da media a molto fine (<0,5mm)	Calce aerea	si	2/1
	B. Polvere di calcare a granulometria <0,7mm	Calce aerea	no	2,5/1
6	A. Sabbia naturale eminentemente carbonatica a granulometria da fine e molto fine (<0,25mm)	Calce aerea	no	3/1
	B. Sabbia naturale di duna o barena eminentemente carbonatica a granulometria da fine a molto fine (<0,3mm)	Calce aerea	si	2/1
	C. Sabbia naturale eminentemente carbonatica a granulometria da fine e molto fine (<0,25mm)	Calce aerea	si	1/1
7	A. Sabbia naturale di duna o barena eminentemente carbonatica a granulometria da fine a molto fine (<0,2mm)	Calce aerea	si	2/1
9	A. Sabbia naturale di duna o barena eminentemente carbonatica a granulometria da fine a molto fine (<0,25mm)	Calce aerea	no	3,5/1
10	A. Sabbia naturale di duna o barena eminentemente carbonatica a granulometria da media a molto fine (<0,3mm)	Calce aerea	si	2,5/1
11	A. Sabbia naturale di duna o barena eminentemente carbonatica a granulometria da media a molto fine (<0,3mm)	Calce aerea	si	2/1
12	A. Sabbia naturale di duna o barena eminentemente carbonatica a granulometria da media a molto fine (<0,2mm)	Calce aerea	si	2/1
16	A. Sabbia naturale di barena eterogenea (60% carbonatica, 40% silicatica) a granulometria da media a molto fine (<0,35mm)	Calce aerea	no	1/1

campione	Strato	Colore	Passaggi	Grado di adesione	Spessore mm	finitura strato finale	Sostanze riferibili a componenti organiche
5	A. sabbia bar	grigio chiaro	1	Interfaccia di soffiatazione tra a e b	> 5,5	-(sottofondo)	-
	B. marmor	biancastro	1	Adesione buona	1,2 - 1,9	costipazione per schiacciamento	Ossalato di calcio; sostanze proteiche con tracce di cera o olio
6	A. sabbia bar	grigio molto chiaro	2	limite netto con lo strato soprastante (presenza particellato)	> 2	-(sottofondo)	-
	B. sabbia bar	biancastro	1	Adesione buona, limite netto con lo strato soprastante	3,6	-(strato intermedio)	-
	C. sabbia bar	biancastro	1	Adesione buona	2	costipazione per schiacciamento	Ossalato di calcio
7	A. sabbia bar	Bianco avorio	1	-	> 8,7	Cromia bianca carbonatica	-
9	A.	Biancastro	1	-	> 5,5	nr	nr
10	A.	Grigio chiaro	2	Buono, visibile micro discontinuità tra i due strati	> 2 + 1,5	-	-
11	A.	Bianco avorio	2	Molto Buono, assenza di micro discontinuità tra i due strati	> 1,5 + 5	nr	nr
12	A.	Bianco avorio	1	-	> 3,4	Possibile finitura carbonatica	-
16	A.	biancastro	2	interfaccia sfumato tra i due passaggi (stesura fresco su fresco)	5,6	Finitura rossa	Ossalato di calcio

Figura 8: Tabella dei campioni in sabbia: sunto dei parametri materici (materiali di strato omogeneo)

Figura 9: Tabella dei campioni in sabbia: sunto dei parametri relativi alla manifattura di strato omogeneo

ti da impasti molto grassi ottenuti anch'essi con aggregato sabbioso. (figg. 2-4) Gli impasti più bianchi sono caratterizzati da un superiore tenore in legante (rapporti quantitativi aggregato/legante pari a 1/1) e parte del legante risulta, inoltre, costituito da grumi formati per lo più da calce secca. Con riferimento agli aggregati si osserva che le sabbie riscontrate presentano una uniformità in termini composizionali e granulometrici: dall'analisi petrografica si evince che si tratta di sabbie naturali eminentemente carbonatiche a granulometria da fine e molto fine (<0,25mm) contenenti spesso frammenti di bivalvi e perciò riferibili a sabbie lagunari di origine marina. (fig. 5) Le analisi chimiche svolte al microscopio elettronico con lo scopo di ottenere la composizione chimica del solo aggregato, hanno permesso di individuare, nella preponderanza di elementi carbonatici, una presenza diffusa di granuli dolomitici con una proporzione calcite/dolomite variabile dallo 0,3 a 0,7. Sulla base di dati bibliografici¹ tali risultanze portano a riferire i sedimenti costituenti gli aggregati come appartenenti al bacino del Piave che, rispetto agli altri corsi fluviali afferenti in laguna, presenta una preponderanza carbonatica con simile rapporto calcite/dolomite.

Il legante è risultato in tutti i casi di natura prettamente aerea. Il grado di omogeneizzazione dell'impasto è variabile, la maggior parte dei grumi di legante riscontrati è riferibile alla presenza di una frazione di calce secca, cioè di calce con una carbonatazione già spinta al momento dell'utilizzo. Alcuni grumi sono stati riferiti ad elementi di pietra da calce non completamente cotti. L'analisi di questi grumi detti incotti ha permesso di riconoscere

¹ Cfr. P. JOBSTRAIBIZER, P. MALESANI, *I sedimenti dei fiumi veneti*, in "Memorie della Società geologica italiana", vol. XII, 1973, pp. 411-452.

ed ipotizzare il tipo di pietra utilizzato ai fini di produrre le calce. Si tratta per lo più di calcari micritici con morfologia residua compatibile con l'utilizzo di pietra d'Istria, mentre in un caso risulta probabile l'utilizzo di frammenti di marmo. (fig. 6) L'uso di tali materiali è confermato anche dalle analisi chimiche che hanno individuato bassi contenuti di magnesio nei leganti. A questo scopo va tenuto presente che il resto dell'area veneta e in particolare tutta l'area pedemontana confinante hanno visto un uso diffuso dei calcari dolomitici come pietre da calce; fanno eccezione i leganti di produzione euganea che, data l'assenza di calcari dolomitici affioranti nell'area, mostra una preponderanza in calce calciche.

3 – Intonaci in marmorino

Si includono in questa categoria gli intonaci realizzati con un aggregato di frantumazione carbonatico miscelato a calce. Rispetto ai 18 campioni studiati sono sette i casi analizzati dove è presente uno strato "a marmorino": in tre casi lo strato di finitura a marmorino è steso su cocciopesto; in due casi si sovrappone su un sottostante intonaco a sabbia; in un caso abbiamo la finitura costituita da un solo strato di marmorino; in un solo caso la finitura a marmorino è stata stesa su un altro strato a base di sabbia di frantumazione carbonatica e legante di calce aerea (anche questo assimilabile dal punto di vista mineralogico – petrografico ad uno strato "a marmorino"). (figg. 10-13)

Gli aggregati sono risultati in cinque casi rappresentati da polvere di calcare micritico fossilifero riferibile a pietra d'Istria. (fig. 12) Solo in tre di questi tuttavia abbiamo l'utilizzo di sola pietra d'Istria. In un caso, infatti, la pietra d'Istria è miscelata a cocciopesto (20% di cocciopesto e 80% di pie-



Figura 10: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione lucida in luce riflessa (immagine scattata a 20x), relativa al campione 4; visibile strato a marmorino steso su intonaco a cocciopesto; evidente l'iso-orientamento dei granuli allungati

Figura 11: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione lucida in luce riflessa (immagine scattata a 20x), relativa al campione 5; visibile strato a marmorino steso su intonaco a sabbia



Figura 12: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 40x con nicols incrociati), relativa al campione 17; l'aggregato è formato da frammenti spigolosi di calcare micritico riferibile a pietra d'Istria

Figura 13: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione lucida in luce riflessa (immagine scattata a 120x), relativa al campione 17; l'aggregato è formato da un insieme frammenti spigolosi di calcare micritico riferibile a pietra d'Istria con tracce di frammenti di Rosso Ammonitico



Figura 14: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 120x con nicols incrociati), relativa al campione 17, strato "a marmorino"; l'aggregato è costituito da frammenti di metamorfite carbonatica (marmo)

Figura 15: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 120x con nicols incrociati), relativa al campione 4; superficie intonaco a marmorino con segni di schiacciamento (probabilmente con attrezzo in ferro) che hanno comportato l'asportazione di uno spigolo di pietra d'Istria

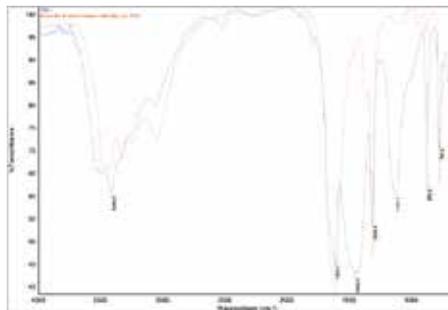


Figura 16: Sovrapposizione di spettri di assorbimento Micro – FTIR, relativa al campione 1; spettro blu: campione prelevato dalla superficie del marmorino; spettro rosso: standard ossalato di calcio; si noti l'ottima sovrapposibilità tra i due spettri; i picchi rimanenti sono riferibili a carbonato di calcio e silicati

Figura 17: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione lucida in luce riflessa (immagine scattata a 120x), relativa al campione 5 trattato con colorante Blu Nilo; la superficie del campione mostra una reazione positiva al test (il blu nilo reagisce in presenza di sostanze lipidiche riferibili ad olio siccattivo) che ha impregnato la porzione superficiale dell'intonaco a marmorino interessando selettivamente la matrice rispetto ai frammenti calcarei

tra d'Istria); in un altro caso sono presenti, sia pur in misura minore, frammenti di Rosso Ammonitico (di probabile provenienza trentina/veronese). (fig. 13) In quest'ultimo caso la presenza nell'aggregato di una pietra di utilizzo prevalentemente decorativo (per l'area veneziana) potrebbe testimoniare che l'aggregato del marmorino è stato ottenuto da materiale di recupero in cui assieme alla pietra d'Istria è finito anche un elemento lapideo di Rosso Ammonitico. In alternativa tale aggiunta potrebbe essere stata intenzionale allo scopo di conferire una tonalità rosastra al marmorino stesso (fatto meno probabile in quanto solitamente i marmorini colorati vengono ottenuti con aggiunta di pigmento e non di frammenti lapidei). Nei rimanenti due campioni l'aggregato è riferibile a polvere di metamorfite carbonatica e quindi ad una vera e propria polvere di marmo. (fig. 14)

Il legante utilizzato per la confezione dei marmorini è costituito da calce aerea, che rispetto a quella utilizzata per gli intonaci a sabbia e per gli strati a cocciopesto, si presenta decisamente più omogenea e meno grumosa. Tale fatto potrebbe testimoniare una più accurata setacciatura del grassello di calce in modo da togliere i numerosi grumi di calce secca.

Con riferimento alle finiture, le analisi petrografiche hanno permesso di individuare in maniera evidente segni di lavorazione delle superfici legati ad azioni meccaniche specifiche con o senza aggiunta di sostanze additive. Tali lavorazioni (ad esempio la schiacciatura a ferro) comportano notevoli ed evidenti azioni meccaniche identificabili sottoforma di forti iso-orientamenti dei granuli allungati in direzioni parallele alle superfici esposte o tipicamente inclinati con angoli di 20-30° secondo la direzione di compressione dell'ultima energica passata con lo strumento. (fig. 10)

Altro evidente segno di lavorazione è il costipamento dei granuli nella porzione superficiale dello strato, operazione che a volte ha comportato vere e proprie rotture di granuli di aggregato. (fig. 15)

Il rilievo analitico delle sostanze additive utilizzate per ottenere effetti particolari nella superficie anche mediante lavorazioni particolari dei marmorini storici veneziani risulta spesso difficoltoso. Infatti, i trattamenti superficiali a base di sostanze organiche (oli, proteine, cere, saponi) rimangono solo in minima parte rilevabili in quanto questi risultano per la maggior parte dei casi trasformati in ossalato di calcio o persi per dilavamento e corrosione delle superfici. Tuttavia l'analisi all'infrarosso eseguita su estratti ha permesso di individuare componenti proteiche residue (in due-tre casi). (fig. 16) In un caso si è rivelato fruttuosa l'esecuzione di spot test colorimetrici (test blu nilo) che ha evidenziato l'impregnazione della superficie del marmorino da parte di sostanze lipidiche riferibili ad olio siccativo. (fig. 17)

4 – Intonaci in cocchiopesto

Si includono in questa categoria gli intonaci realizzati con un aggregato ceramico di frantumazione (polvere di laterizio) eventualmente addizionato a sabbie di altra natura (generalmente a Venezia sabbie costituite da sedimenti costieri) miscelato a calce. Si sono analizzati sette campioni contenenti strati a cocchiopesto: in tre di questi campioni il cocchiopesto costituisce lo strato di fondo per la successiva stesura di uno strato a marmorino; in tre casi il cocchiopesto è steso in un unico strato e costituisce pertanto lo strato di finitura; in un caso l'intonaco a cocchiopesto è risultato articolato in tre successivi strati via via più ricchi in legante e a granulometria decrescente.

campione	Aggregato	Legante	grumi calce	Aggr / Leg A/L
2	A, Misto, polvere di Pietra d'Istria (80%) e frammenti di Laterizio (20%) a granulometria <2mm	Calce aerea	rari	2/1
17	Polvere di calcare micritico fossilifero (pietra d'Istria) a granulometria <3mm	Calce aerea	rari	3,5/1
	Polvere di marmo a granulometria <1mm	Calce aerea	no	2/1
18	Polvere di Pietra d'Istria a granulometria <2,6mm con tracce di frammenti di Rosso Ammonitico (area di provenienza trentina)	Calce aerea	si	1,5/1

campione	Strato	Colore	Passaggi	Grado di adesione	Spessore mm	finitura strato finale	Sostanze riferibili a componenti organiche
2	a	Bianco avorio	1	-	> 12	-	-
17	a	biancastro	1	-	6	-	-
	b	bianco	1	buono	1,1	costipazione per schiacciamento	ossalato di calcio
18	b	bianco	1	Adesione buona e profilo sfumato (stesura fresco su fresco)	3 – 6mm	costipazione per schiacciamento	ossalato di calcio

Figura 18: Tabella dei campioni in marmorino: sunto parametri materici (materiali di strato omogeneo)

Figura 19: Tabella dei campioni in marmorino: sunto dei parametri relativi alla manifattura di strato omogeneo

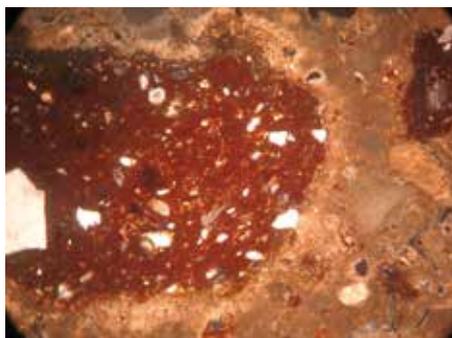
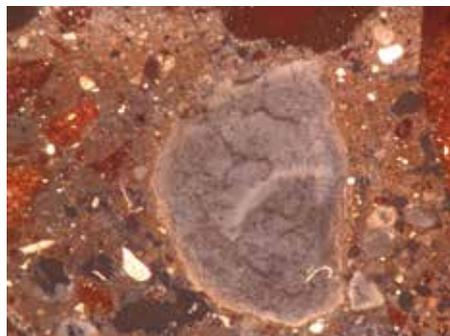
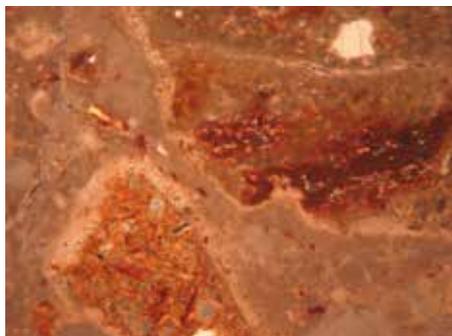


Figura 20: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione lucida in luce riflessa (immagine scattata a 20x), relativa al campione 3; intonaco a cocchiopesto realizzato in più strati con frammenti di laterizio a granulometria via via decrescente; evidente l'iso-orientamento dei granuli allungati

Figura 21: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 120x con nicols incrociati), relativa al campione 1; in evidenza i marcati orli che testimoniano l'efficace reazione pozzolanica tra i frammenti di cotto e la calce aerea

Figura 22: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 120x con nicols incrociati),

relativa al campione 4; in evidenza i marcati orli che testimoniano l'efficace reazione pozzolanica tra i frammenti di cotto e la calce aerea

Figura 23: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 40x con nicols incrociati), relativa al campione 3; intonaco a cocchiopesto realizzato in più strati con aggregato costituito esclusivamente da frammenti di laterizio; evidente l'iso-orientamento dei granuli allungati

Figura 24: Micrografia al microscopio ottico polarizzatore di sezione sottile in luce trasmessa (immagine scattata a 40x con nicols incrociati), relativa al campione 15; al centro della foto si nota la presenza di un grumo di legante con evidenti fessure di ritiro primario, riferibile a probabile calce secca

L'aggregato è dato da frammenti di laterizio. I frammenti sono di colore variabile dal rosso chiaro al rosso scuro. Frequenti risultano anche i frammenti verdastri. Tali differenziazioni derivano dalle diverse composizioni dei componenti primari (argille a diverso contenuto calcareo, diversi contenuti e diversa composizione degli sgrassanti) e da differenti condizioni e temperature di cottura. Le diverse tipologie di laterizio sono distribuite in maniera casuale in relazione al fatto che il materiale di partenza è di recupero. L'utilizzo di polvere di laterizio come aggregato è dovuto alle sue note caratteristiche pozzolaniche e idraulicizzanti quando miscelato a calce aerea. In molti casi, nei preparati in sezione sottile, si riscontrano infatti netti orli di reazione tra elementi in laterizio e legante aereo, che testimoniano efficaci reazioni pozzolaniche. (figg. 21, 22) Meno frequentemente, invece, sono stati riscontrati orli di reazione attorno ai frammenti di laterizio vetrificati per temperature di cottura elevate. Gli aggregati sono nella maggior parte dei casi costituiti da solo cocchiopesto con eventuale aggiunta di sabbia carbonatica in quantità pari o inferiore al 10%, ma in un caso l'aggiunta di sabbia è superiore arrivando al 25%. La granulometria dei frammenti è grossolana per gli strati di sottofondo, dove si riscontrano frammenti fino a 8mm, e diminuisce negli strati di finitura assestandosi in una grana inferiore ai 2mm per gli strati finali. Nel caso in cui l'intonaco a cocchiopesto non è costituito da un solo strato ma dalla sovrapposizione di più strati a granulometria decrescente in cui l'ultimo strato presenta granulometrie decisamente più fini, inferiore a 0,3mm.

Con riferimento al legante, anche negli strati di cocchiopesto il legante è risultato di natura prettamente aerea e risulta gene-

ralmente grumoso o molto grumoso a causa della presenza di abbondante frazione di calce secca. (fig. 24) Anche per questi strati l'osservazione degli incotti porta a ipotizzare l'utilizzo di calcari micritici come pietra da calce.

Rispetto alle finiture, l'analisi microscopica e chimica delle superfici a cocciopesto ha permesso di individuare, similmente alle finiture a marmorino, i segni di lavorazione delle superfici. (figg. 20, 23) Si riscontrano, infatti, costipazione e iso-orientamento dei granuli e in alcuni casi rotture meccaniche degli spigoli dei granuli. Per quanto riguarda il rilievo delle tracce residue delle sostanze utilizzate come finitura e a scopo protettivo si rilevano ossalati di calcio e occasionalmente tracce di sostanze proteiche (probabile caseina) e si ripetono le considerazioni svolte per gli strati finali dei marmorini.

campione	Aggregato	Legante	grumi calce	Aggr / Leg A/L
1	Cocciopesto a granulometria <3,5mm	Calce aerea	tracce	3/1
	Polvere di pietra d'Istria a granulometria <2mm	Calce aerea	tracce	2/1
3	Cocciopesto a granulometria <8mm e minore frazione calcarea (10%)	Calce aerea	si	2/1
	Frammenti di laterizio (coccio pesto) a granulometria < 1,1mm	Calce aerea	si	2/1
	Frammenti di laterizio (coccio pesto) a granulometria < 0,3mm e minore frazione calcarea (10%)	Calce aerea	tracce	1/1
4	Cocciopesto a granulometria <2,5mm e minore frazione calcarea (10%)	Calce aerea	si	2/1
	Polvere di pietra d'Istria a granulometria <1,1mm	Calce aerea	tracce	2/1
8	Misto: ¼ Cocciopesto con granuli ceramici gialli a granulometria <4mm e ¼ sabbia naturale di barena eminentemente carbonatica a granulometria <300µm	Calce aerea	si	3/1
	Polvere di marmo a granulometria <1,5mm	Calce aerea	tracce	3/1
13	Cocciopesto a granulometria <2,2mm con tracce di sabbia calcarea (5%)	Calce aerea	no	2/1
14	Cocciopesto a granulometria <1,8mm con tracce di sabbia calcarea (calcari spartitici)	Calce aerea	no	1,5/1
15	Cocciopesto a granulometria <2mm con tracce di sabbia calcarea	Calce aerea	si	3/1

campione	strato	colore	passaggi	Grado di adesione	Spessore mm	finitura strato finale	Sostanze riferibili a componenti organiche
1	A. cocciopesto	rossastro	1	Interfaccia con lo strato b a profilo irregolare	>4,5	-	-
	B. marmorino	bianco	1	Adesione buona steso "a fresco su fresco"	2,2 – 2,5mm	costipazione per schiacciamento	ossalati di calcio
3	A. cocciopesto	rosa	1	Adesione buona	>6,5	costipazione per schiacciamento	-
	B. cocciopesto	rosso chiaro	1	Adesione buona	3,5mm	-	-
	C. cocciopesto	rosso	2	Adesione buona	0,5 – 1,0mm	costipazione per schiacciamento	sostanze proteiche
4	A. cocciopesto	rossastro	1	-	>5,4	-	-
	B. marmorino	bianco	1	Netto piano di discontinuità tra i due strati	2,5 – 3	costipazione per schiacciamento	ossalati di calcio
8	A. cocciopesto	rossastro	1	stesura "fresco su fresco" dei due strati	>8,2	costipazione per schiacciamento	-
	B. marmorino	bianco	1	Adesione buona	2	costipazione per schiacciamento	ossalati di calcio
13	A.	rosato	1	-	3,6	costipazione per schiacciamento	ossalati di calcio
14	A.	rosato	1	-	5,5	-	-
15	A.	rosato	1	-	4	-	-

Figura 25: Tabella dei campioni in cocciopesto: sunto dei parametri materici (materiali di strato omogeneo)

Figura 26: Tabella dei campioni in cocciopesto: sunto dei parametri relativi alla manifattura di strato omogeneo

La riproduzione degli intonaci a partire da un campione

Mauro Menaldo

1 - Criteri e scelte per la preparazione

La ricerca mira a definire un procedimento in grado di consentire la riproduzione odierna di impasti di intonaco a partire da un campione storico opportunamente analizzato. Per raggiungere questo scopo, infatti, oltre a definire i criteri che si ritengono corretti per la riproducibilità di una malta di allettamento o di un intonaco (strato di fondo o di finitura), al valore dell'esperienza e della conoscenza raggiunta sul campo o attraverso pubblicazioni scientifiche va affiancata una prima fase di analisi diagnostiche mirate all'individuazione dei diversi componenti dell'impasto.

Va ricordato che negli ultimi decenni non pochi operatori di settore si sono orientati verso scelte poi rivelatesi controproducenti, quali il privilegio attribuito al solo aspetto visivo conferito all'opera al momento della conclusione, affidando la durabilità dell'intonaco alla tenacità e resistenza meccanica di alcuni materiali impiegati. Nell'ambito del restauro è da tempo riconosciuto, ad esempio, che l'uso di cemento o di miscele che ne prevedano un significativo utilizzo (nelle malte della muratura o negli intonaci) non solo è fuorviante rispetto alla tradizione, ma sovente compromette il paramento stesso. Tra gli esempi di materiali di questa natura rivelatisi in breve tempo dannosi ed inefficaci possiamo citare:

- boiacche, malte, intonaci e miscele cementizie in genere, sia composte in cantiere che pre-confezionate o pre-miscelate di produzione industriale, di impiego ampiamente diffuso;
- malte e intonaci sia di fondo che di finitura a legante cementizio o con calci eminentemente idrauliche e aggregati ed inerti di macinazione forniti sia in forma umida che in polvere;
- malte ed intonaci colorati tramite uso di coloranti organici e di pigmenti inorganici (ossidi) soggetti ad alterazione cromatica e perdite della cromia per dilavamento, o a viraggio della stessa già nel breve periodo;
- rivestimenti di finitura sia assemblati in cantiere che pronti all'uso (secco/umido) contenenti rilevanti percentuali di resine sintetiche e quindi scarsamente traspiranti, con alti fattori di resistenza alla diffusione del vapore acqueo, oltre alle risultanti caratteristiche cromatiche ed estetiche incompatibili con gli esistenti.

La scelta dei materiali idonei utilizzabili, tra quelli disponibili in commercio, per la riproduzione dell'impasto affine a quello di un intonaco storico, è certo in primo luogo legata alla specifica esperienza già compiuta nel ramo, in qualità di produttore e/o di applicatore artigiano, che permette di valutare le scelte compiute anche alla luce dei risultati nel tempo. Tuttavia la progressiva evoluzione, in termini di normativa tecnico-prestazionale dei prodotti da impiegare, ha ristretto gli spazi di scelta; va di conseguenza preso atto della difficoltà, che non di rado diventa impossibilità, di approvvigionarsi con le *stesse materie prime* pur chiaramente individuate nel campione originale. Molti tipi di leganti, aggregati e additivi non sono più in commercio con quelle caratteristiche, come ad esempio la pietra d'Istria in scaglie provenienti da lavorazione, o le sabbie di barena

Dallo studio analitico dell'intonaco antico alla preparazione degli intonaci di risarcimento e di ricostruzione e di duna, o le sabbie fini del Piave. Diventa perciò necessario, in particolare per gli inerti, valutare la possibilità di sostituirli con materiali di altre provenienze e che, considerati di per sè e miscelati nell'impasto, risultino affini e compatibili sia sotto il profilo chimico-mineralogico sia quanto a esito visivo. Alle limitazioni in termini di reperibilità di materiali compatibili e affini rispetto ai materiali di impiego storicamente accertato si deve aggiungere il differenziale di costo rispetto a quelli utilizzati nelle produzioni industriali.

Anche prescindendo, per ora, dalla specifica qualificazione richiesta alle figure professionali in grado realizzare integrazioni o rifacimenti di intonaci e finiture su una muratura storica, si deve tener conto in modo particolare di un fatto: le murature veneziane, già diffusamente rimaneggiate dall'uomo nel corso dei secoli, si trovano oggi in esercizio pur offrendo prestazioni spesso molto inferiori rispetto alle condizioni di partenza, per effetto dell'ambiente in cui sono costruite. Gli edifici ad oggi hanno già subito un degrado dovuto all'aggressione di agenti esterni quali acqua meteorica e salina, aerosol marino, inquinamenti atmosferici, interventi pregressi di consolidamento (scuci – cucì) con impasti cementizi; ma anche intonacature con impasti cementizi o resinosi che hanno determinato il cambio delle condizioni di porosità e assorbimento superficiale delle murature e che, anche se rimossi, lasciano comunque nelle murature parte dei prodotti in essi impiegati. Le murature risentono inevitabilmente anche dei maggiori flussi d'acqua dovuti all'innalzamento progressivo del livello della laguna e del conseguente aumento della quota di risalita capillare e dei sali in essa veicolati in base alla periodicità delle maree e dell'acqua alta. A fronte di tali condizioni intrinseche al territorio lagunare altri tentativi di intervento antropico in opposizione alla risalita capillare d'acqua (ad esempio il taglio meccanico delle murature con inserimento di lamine impermeabili) hanno portato a stravolgimenti prestazionali delle murature e a repentine e diversificate risposte della stessa, con drastiche cristallizzazioni saline sopra la quota di intervento. L'indicazione principale che deriva dalle esperienze maturate consiste nell'evitare la generalizzazione delle modalità di intervento, per privilegiare, invece, la definizione progettuale della metodologia più adatta rispetto al singolo intervento, con modi applicativi e materiali valutati e scelti di volta in volta, sia pur in base a criteri unitariamente definiti.

Le analisi condotte hanno portato ad alcune deduzioni generali.

Dalle analisi di laboratorio sui campioni di intonaci originali, prescindendo dalle epoche di realizzazione, sono emerse le seguenti deduzioni generali:

- l'utilizzo come legante della calce aerea (grassello di calce);
- gli aggregati utilizzati negli intonaci a sabbia sono: le sabbie di duna o barena (sabbia fine di composizione eminentemente carbonatica con percentuali oscillanti dal 10 al 25% di silicati);
- per gli impasti con carica carbonatica (marmorini) è stato riscontrato l'utilizzo di grani e polveri di pietra d' Istria e in minor misura di marmi (metamorfici);
- malte di cocchiopesto: per gli impasti con aggregato reattivo, capaci di sviluppare reazioni tipiche e proprie degli impasti idraulici, erano utilizzati cocci e particelle di cocchiopesto derivanti dalla frantumazione di laterizio di risulta (coppi e mattoni).



Figura 1: Muro 1 fronte A pannello murario allo stato grezzo, privo di intonaco, costruito a tre teste con malta di allettamento in calce e sabbia e mattoni fatti a mano (foto L. Scappin)

Pannello	Campione	Tipo	Impasto e stesura legante: grassello di calce stagionato 12 mesi
1	12	SABBIA 1 strato	aggregato: sabbia di fiume PO correzione carbonatica gialla e bianca - granulometria <0,2 rapporto aggregato/legante: 2/1 spessore: 3,5 mm legante: calce aerea in grassello con grumi di calce secca colore di strato e finale: bianco avorio
2	11	SABBIA 2 strati	aggregato: I strato intonaco: sabbia di fiume PO correzione carbonatica gialla e bianca - grana < 3mm II strato finitura: 100% polvere di marmo - grana < 1mm rapporto aggregato/legante: 2/1 spessore: 1,5 + 5 mm legante: calce aerea in grassello con grumi di calce secca colore di strato e finale: bianco avorio
3	6	SABBIA 3 strati	aggregato: I strato intonaco: 100% sabbia di fiume PO correzione carbonatica gialla e bianca - grana < 3mm II strato finitura: 100% polvere di marmo - grana < 1mm rapporto aggregato/legante: I strato 3/1; I strato 2/1; III strato 1/1 spessore: >2 + 3,5 + 2 mm legante: calce aerea in grassello con grumi di calce secca colore di strato e finale: bianco avorio
4	17	MARMORINO 2 strati	aggregato: I strato intonaco a marmorino: 100% frammenti di calcare micritico (biancone / botticino) - grana < 3mm II strato finitura: 100% polvere di marmo - grana < 1mm rapporto aggregato/legante: I strato 3,5/1; II strato 2/1 spessore: 6 + 1,1 mm legante: calce aerea in grassello colore di strato e finale: biancastro -bianco

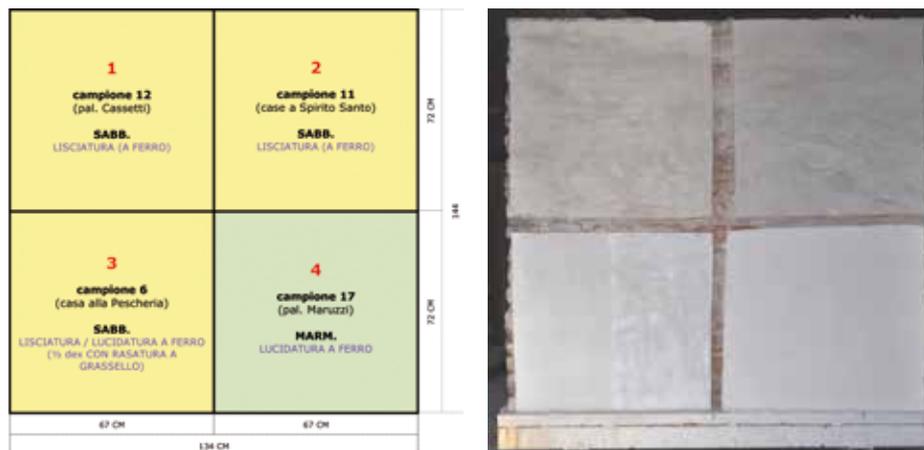


Figura 2: Tabella con la sintesi delle indicazioni ricavate dalle analisi, e eventuali correzioni di componenti, per i pannelli da realizzare sul muro 1 – fronte A; gli impasti sono descritti con numero strati, tipo di aggregato, rapporto aggregato/legante, spessore, colore di strato e finale

Figura 3: Schema con quote del pannello murario 1 fronte A; tutti gli impasti sono realizzati con calce aerea stagionata 12 mesi; sono indicati i campioni riprodotti, il tipo di intonaco e la finitura (schema L. Scappin)

Figura 4: Muro 1 fronte A, allo stato finito e asciutto (foto L. Scappin)

In base ai risultati diagnostici di laboratorio e alle esperienze di procedimenti applicativi maturate nel contesto veneziano, sono stati messi a punto impasti che si ritengono compatibili sotto il profilo delle componenti impiegate e affini sotto l'aspetto visivo-percettivo agli originali analizzati. Le campionature sono state realizzate sia con materiali da comporre in cantiere miscelando in loco le materie prime, sia con materiali pre-confezionati/pre-miscelati pronti all'uso, sia in forma umida che secca. La messa in opera è avvenuta su porzioni di muratura appositamente costruite, con mattoni fatti a mano e con malte di allettamento in calce e sabbia, assimilabili a quelle esistenti in Venezia. (fig. 1) Eventuali correzioni cromatiche, operate al solo scopo di raggiungere tonalità prossime all'originale da riprodurre, sono state apportate unicamente con l'inserimento di aggregati colorati, escludendo i pigmenti. Tale intervento si rende necessario, nostro malgrado, per avvicinare il nuovo intonaco a quello di riferimento in quanto quest'ultimo deve la propria cromia, oltre che all'azione del tempo, a materie prime in taluni casi non più disponibili sul mercato, o di difficilissimo approvvigionamento in quantità significative. Per ridurre il rischio di future alterazioni cromatiche dell'intonaco è stato scelto di escludere a priori l'uso di coloranti organici e di pigmenti inorganici (ossidi) negli impasti riprodotti, in quanto l'esperienza ne ha dimostrato l'instabilità, con perdite di tonalità per dilavamento o viraggio cromatico già nel breve periodo. Quanto al procedimento esecutivo si deve specificare che le applicazioni di tutti i campioni di riproduzione hanno rispettato il criterio della esecuzione degli strati a "fresco su fresco" con stesura e lavorazione manuale mediante attrezzature di tipo tradizionale (spatoloni, cazzuole varie,

frattazzi vari), senza l'ausilio di macchine intonacatrici. Per gli strati finali in marmorino e in cocciopesto si è scelto, in questa fase della sperimentazione, di non applicare additivi tradizionali, protettivi e lucidanti come olio di lino, sapone o cera, ma di lasciare leggere le lavorazioni semplici di lisciatura o lamatura, in quanto lo scopo consisteva nella riproduzione dell'impasto di strato.

2 - Intonaci di riproduzione da comporre in cantiere

Riportiamo di seguito le composizioni delle miscele dei campioni di riproduzione degli originali storici da assemblare in cantiere. (figg. 2-7)

Per tutti i campioni sperimentali di riproduzione è stato impiegato come legante grassello di calce spenta (calce aerea prodotta con cottura a legna di carbonato di calcio) con stagionatura di 12 mesi, certificata secondo norma EN 459-1 CL90- S puramente calcica ossia con più del 90% di idrossido.

- I campioni di intonaco in calce e sabbia sono composti da: una parte di legante in grassello di calce aerea e due parti di aggregato (1/2) così suddiviso: 70% aggregato sabbioso di origine fluviale, e 30% circa di aggregato carbonatico di macinazione (giallo Verona) in curva granulometrica controllata inferiore ai 2mm. La scelta di assemblare due tipi di aggregato, sabbia silicea e macinato calcareo, è dovuta alla volontà di riprodurre senza l'ausilio di coloranti la tonalità calda tendente al giallo propria delle sabbie di barana storicamente utilizzate nell'intonaco "a calce e sabbia", e non più in commercio. Tale espediente ha permesso di ottenere apprezzabili affinità sia a livello mineralogico che di cromia. (figg. 2, 8-12)

- I campioni di intonaco in marmorino sono

Pannello	Campione	Tipo	Impasto e stesura
5	13	COCCIOPESTO 1 strato	aggregato: <u>1 strato</u> : 95% aggregato cotto (10-20% frazione gialla) + 5% sabbia duna (fine) - grana < 2mm rapporto aggregato/legante: 2/1 spessore: 3,6 mm legante: calce aerea in grassello colore di strato e finale: rosato
6	15	COCCIOPESTO 1 strato	aggregato: 100% aggregato cotto (10-20% frazione gialla) - grana < 2mm rapporto aggregato/legante: 3/1 spessore: 4 mm legante: calce aerea in grassello con grumi di calce secca colore di strato e finale: rosato
7	4	MARMORINO SU COCCIOPESTO 2 strati	aggregato: <u>1 strato</u> : 90% aggregato cotto (10-20% frazione gialla) + 10% sabbia duna - GRANA < 3mm Il strato: 100% frammenti di calcare micritico (BIANCONE / BOTTICINO) - GRANA < 1mm rapporto aggregato/legante: 1 strato 2/1; Il strato 2/1 spessore: 1 strato >5,4; Il strato 2,5-3 mm legante: calce aerea in grassello colore di strato e finale: 1 strato rosato; Il strato + bianco
8	8	MARMORINO SU COCCIO-PESTO 2 strati	aggregato: <u>1 strato</u> : 75% aggregato cotto (10-20% frazione gialla) + 25% sabbia duna (fine) - grana < 4mm Il strato: 100% frammenti di polvere di marmo (CARRARA) - grana < 1,5mm rapporto aggregato/legante: 1 strato 3/1; Il strato 3/1 spessore: 1 strato >8,2; Il strato 2 mm legante: calce aerea in grassello colore di strato e finale: 1 strato rosato; Il strato bianco

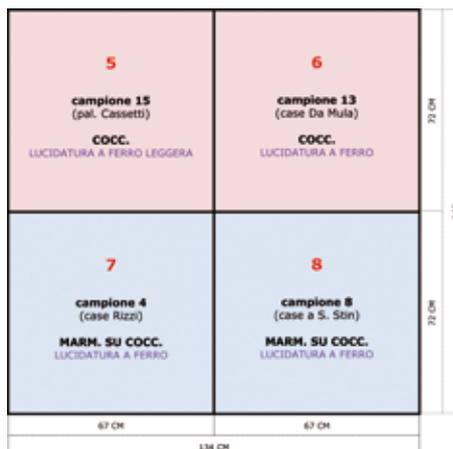


Figura 5: Tabella con la sintesi delle indicazioni ricavate dalle analisi, e eventuali correzioni di componenti, per i pannelli da realizzare sul muro 1 – fronte B; gli impasti sono descritti con numero strati, tipo di aggregato, rapporto aggregato/legante, spessore, colore di strato e finale

Figura 6: Schema con quote del pannello murario 1 fronte B; tutti gli impasti sono realizzati con calce aerea stagionata 12 mesi; sono indicati i campioni riprodotti, il tipo di intonaco e la finitura (schema L. Scappin)

Figura 7: Muro 1 fronte B, allo stato finito e asciutto (foto L. Scappin)



Figura 8: Muro 1, fronte A, pannello 1; fase di pressatura e lisciatura con frattazzo in legno del secondo e ultimo passaggio (foto L. Scappin)

Figura 9: Muro 1, fronte A, pannello 1; fase di lisciatura e prima lamatura a ferro (cazzuola) scelta come finitura (foto L. Scappin)

Figura 10: Muro 1, fronte A, pannello 3; fase di stesura secondo strato in aggregato lapideo su sottofondo in sabbia (foto L. Scappin)

Figura 11: Muro 1, fronte A, pannello 3, metà destra; fase di lamatura della stesura di calce finale, per ottenere una calce rasata (foto L. Scappin)

composti da: una parte di legante in gesso di calce aerea e una parte con aggregato in graniglia di macinazione (1/2) costituita da calcare micritico (Botticino) con granulometrie variabili in base al campione di riferimento da riprodurre, introducendo in misure variabili anche aggregato di polvere di marmo (Carrara). Per gli impasti riprodotti nel primo campione eseguito si è sostituita la pietra d' Istria, difficilmente reperibile in quantità significative, con una miscela di 90% Botticino e 10% di Carrara (per riprodurre le vene calcitiche); invece nel secondo campione, per avere un marmo metamorfico in percentuale significativa, è stata realizzata una miscela pari al 50% di Carrara (marmo metamorfico) insieme al 50% di Botticino, combinazione che permette un miglioramento della lavorabilità e plasmabilità del materiale in fase di applicazione, diversamente da un impasto che prevede l'utilizzo di solo Carrara. (figg. 5, 14, 16)

- Il campione di intonaco in cocchiopesto è composto da: una parte di legante in gesso di calce aerea e due parti di cocchiopesto (1/2). L'aggregato deriva dalla macinazione di laterizio prodotto manualmente con tecnica artigianale dopo cottura a basse temperature di argille povere di sali solubili. Tali scelte sulle peculiarità dell'aggregato derivano dalla volontà di garantire che lo stesso abbia caratteristiche di porosità e di reattività pozzolanica tipiche di quello antico. Per quanto riguarda la provenienza del cocchiopesto si è preferito utilizzare materiale di nuova produzione in sostituzione del cocchiopesto derivante da frantumazione di materiali di risulta vecchi (mattoni e coppi), per escludere la presenza di componenti potenzialmente dannose, quali sali o depositi derivanti dalle piogge acide, caligine o altro. La variegata scala di colorazioni dell'aggregato in

Dallo studio analitico dell'intonaco antico alla preparazione degli intonaci di risarcimento e di ricostruzione cocchiopesto riscontrata durante le analisi e derivante dalla casualità e dalla molteplicità del materiale utilizzato (coppi, mattoni di diversa provenienza e tipologia produttiva) ci ha spinto a creare una miscela di frammenti rosa/rosso (percentuale dell'80/85%) e frammenti tendenti al giallo (percentuale 15/20%). (figg. 7, 15)

3 - Intonaci di riproduzione composti in laboratorio

Ai fini di valutare la possibilità di riprodurre in modo il più possibile fedele i campioni di intonaco storico e di poterli fornire in confezioni, sia in forma secca che umida, sono stati realizzati altri quattro provini su pannello murario sperimentale. Pertanto il legante in grassello di calce aerea della prima serie di campionature è stato sostituito, sia per la miscela di impasto pre-dosato secco sia per il pre-miscelato umido, con calce aerea in forma idrata (polvere), certificata secondo norma EN 459-1 CL90 S puramente calcica ossia con più del 90% di idrossido. Per questa seconda serie di campioni si sono usate le stesse quantità di aggregati in modo che l'unica variazione riguardasse lo stato del legante, in forma di calce idrata in polvere invece che in grassello. (figg. 17, 18) La prova di formulare detti campioni già in forma pre-assemblata è stata fatta per valutarne la conformità e le affinità con quanto miscelato in cantiere e verificarne analogie e differenze di comportamento sia macroscopico che microscopico.

Si possono evidenziare alcune differenze legate all'impiego della calce aerea, nello stato di grassello piuttosto che di calce idrata in polvere, e differenze proprie di un impasto miscelato in cantiere rispetto ad un impasto pre-dosato, ossia preparato su specifica richiesta fuori dal cantiere, che prevedano però l'utilizzo di materie prime, dal punto di vista petrografico-mineralogico.

- L'impasto composto e miscelato in cantiere ripercorre le procedure tradizionali e richiede una maggiore attenzione e perizia da parte dell'operatore in fase di assemblaggio; l'intonaco pre-dosato o pre-confezionato permette un maggiore controllo nell'uniformità della miscela tra legante e aggregati; inoltre l'impasto pre-confezionato su formulazione richiesta consente un migliore controllo nella riproduzione dello stesso.

- L'impasto composto e miscelato in cantiere permette, in interventi di restauro o di risarcimento di porzioni di rivestimenti, di inserire materiali di diversa natura (come i granuli di calce secca, presenti nel legante originale) che non possono essere inseriti negli impasti pre-confezionati in quanto elementi ritenuti non conformi e inammissibili, perchè non possono superare il vaglio delle certificazioni richieste. L'impasto pre-dosato può però essere elaborato con metodologia produttiva artigianale mirata alla produzione di quantitativi ridotti formulati su richiesta specifica, in modo da inserire in miscela altri materiali (aggregati o altri additivi presenti negli intonaci storici) per adeguarsi all'intonaco storico da imitare.

- Dalle analisi al microscopio dei nuovi intonaci riprodotti risulta che le reazioni idrauliche tra cocchiopesto e calce aerea si presentano molto simili con il legante in forma di grassello sia in forma di calce idrata secca, poichè in entrambi i casi sono apprezzabili gli orli di reazione tra legante e aggregato. Questo tema tuttavia dovrà essere ulteriormente approfondito in rapporto a tutti gli altri aspetti relativi ai comportamenti e alle prestazioni della calce nelle due diverse forme, in grassello e idrata, inclusa la lavorabilità da parte dell'artigiano applicatore.



Figura 12: Particolare del muro 1 fronte A, riquadro 2; confronto tra campione di intonaco, visto in sezione, nei due frammenti appoggiati sopra il pannello murario, e l'intonaco riprodotto, con finitura a lisciatura (foto L. Scappin)



Figura 13: Scorcio del muro 1 fronte A, riquadro 1; vista laterale per evidenziare gli spessori relativi a due passaggi per ottenere un intonaco in sabbia monostrato (foto L. Scappin)

Figura 14: Scorcio del muro 1 fronte A, riquadro 4; vista laterale per evidenziare gli spessori relativi a tre passaggi differenti per ottenere un marmorino finale in monostrato (foto L. Scappin)

Figura 15: Scorcio del muro 1 fronte B, riquadro 5; vista laterale per evidenziare gli spessori relativi a due passaggi differenti per ottenere un intonaco in cocchiopesto monostrato (foto L. Scappin)

Figura 16: Scorcio del muro 1 fronte B, riquadro 8; vista laterale per evidenziare gli spessori ottenuti con due strati, in cocchiopesto come fondo e in marmorino (foto L. Scappin)

- Sotto un profilo meramente economico l'intonaco pre-dosato, grazie all'ottimizzazione in fase produttiva di stoccaggio, trasporto e fornitura finale, può risultare vantaggioso al di sopra di una data soglia di impiego.

Nell'ambito dell'impiego di materiali a base di calce una variazione ulteriore consiste nell'impiego di una quantità di legante di tipo idraulico a basso indice di idraulicità (calce idraulica naturale), che costituisce un espediente molto diffuso nei cantieri di restauro e considerato un vantaggio rispetto al tipo di adesione al supporto, alla riduzione dei tempi di presa dello stesso (agevolando e velocizzando le fasi di messa in opera) e alla riduzione dei costi della stessa applicazione. In realtà non vi sono dati che permettano di controllare i rivestimenti ad intonaco eseguiti con i due tipi di impasto, differenti nel tipo di legante (con e senza parte idraulica) ma identici negli aggregati e nella tecnica di stesura e finitura e a parità di condizioni di degrado ambientale, rispetto a periodi di breve o di lunga durata, e sottoposti poi ad indagine diagnostica di laboratorio. Si deve tener conto, infatti, come già detto, dell'importanza di valutare la singola situazione, in considerazione anche delle trasformazioni delle condizioni fisiche e prestazionali delle murature veneziane (come il cambio delle condizioni di porosità superficiale e di assorbimento che determinano comportamenti diversi di accettazione dell'intonaco rispetto alle caratteristiche originarie dell'opera), e del fatto che la tecnica di lavorazione incide molto sulla qualità finale dell'intonaco, come viene sempre sottolineato dalla tradizione.

4 - Considerazioni conclusive

Non vi è dubbio che la possibilità di rapporto diretto tra progettista, artigiano/restauratore e azienda in grado di formulare gli intonaci da comporre e miscelare in cantiere, scegliendone le componenti in rapporto alle disponibilità del mercato attuale sulla base dei risultati diagnostici di laboratorio, costituisce un percorso che offre elevate garanzie, e che meglio utilizza le diverse capacità attuali ai fini della riproduzione affine degli intonaci "tradizionali".

Tuttavia, anche per motivi economici, è opportuna una valutazione rispetto ad altri percorsi.

Ad esempio, tra gli intonaci "di riproduzione" composti in azienda o in laboratorio, operiamo una distinzione che può apparire solo terminologica e convenzionale, ma che presenta ripercussioni sostanziali.

Denominiamo intonaci "*pre-confezionati standard*" quelli composti con componenti standard in proporzioni stabilite a priori; destinati ad una produzione in scala medio-grande con propria sigla commerciale, sono in grado, se opportunamente formulati, di offrire un prodotto con caratteristiche generali affini ai principali tipi di intonaco presenti nel contesto, rispondendo tuttavia ad un numero inevitabilmente limitato di variabili.

Definiamo intonaci "*pre-dosati su progetto*" quelli composti in laboratorio o in azienda per riprodurre in modo mirato le caratteristiche peculiari dell'intonaco di riferimento, evidenziate dall'analisi chimica e petrografica, e/o per introdurre componenti non standard legati ad esigenze del singolo manufatto sul quale si intende intervenire, o a specifiche richieste della committenza, del progettista e della Soprintendenza. Si tratta di intonaci destinati alla produzione in piccola scala e risultanti da uno specifico progetto diagnostico e di intervento.

Riteniamo che la scelta tra i diversi percorsi debba essere compiuta, soprattutto, in base alla complessità e alla dimensione dei manufatti oggetto di intervento.

Deve proseguire, infine, la ricerca di componenti disponibili per meglio aderire alle caratteristiche dei materiali presenti negli intonaci antichi: le risposte attuali, pur significative, possono e debbono essere ulteriormente migliorate.



Figura 17: Schema con quote del pannello murario 2 fronte A; tutti gli impasti sono realizzati con calce idrata in polvere; sono indicati i campioni riprodotti, il tipo di intonaco e la finitura (schema L. Scappin)

Figura 18: Muro 2 fronte A, allo stato finito e asciutto (foto L. Scappin)