

## CO.RE S.n.c.

CONSERVAZIONE E RESTAURO

*di Andrée Gruaz & Stefano Pulga*

Rue du Petit Seminaire 9 – 11100 AOSTA

Tel (+39) 0165236072

C.F. 02474940372 P.I. 00482180072

E-mail: [spulga@coresnc.191.it](mailto:spulga@coresnc.191.it)

### LA CARATTERIZZAZIONE DELLE MALTE COME ELEMENTO DELL'INDAGINE ARCHEOLOGICA

**1. PREMESSA.** L'indagine archeologica, anche degli elevati, si trova spesso chiamata a stabilire se due o più strutture sono riconducibili ad una stessa fase costruttiva.

Gli elementi da valutare in questi casi sono molteplici: la tipologia del manufatto, la tecnica costruttiva, i materiali impiegati. Generalmente si considerano "materiali impiegati" quegli elementi che costituiscono lo scheletro delle murature: mattoni, pietre, eccetera. Quello che tiene insieme questi elementi, e cioè le malte, vengono di solito considerati raramente e in modo non sistematico.

Nell'architettura, specie medievale, sono frequenti reimpieghi di materiali più antichi. In questi casi, se ci si limita a considerare solo la tipologia dei mattoni o delle pietre, si possono fare errori interpretativi anche gravi.

L'analisi delle malte che legano i materiali costitutivi di una muratura può fornire un elemento supplementare alla interpretazione archeologica. Mi sembra comunque importante identificare il tipo di analisi che può essere effettivamente utile alla comprensione di un problema archeologico.

Viviamo in un periodo in cui ci si aspetta che la tecnologia possa fornire risposte e soluzioni a ogni tipo di problema. Questo è vero anche nell'ambito della ricerca applicata all'archeologia ed alla conservazione. Le riviste del settore sono piene di articoli analitici su pigmenti, pellicole pittoriche, mineralogia delle pietre, sali solubili eccetera. Solitamente gli autori degli articoli hanno potuto fare uso di strutture ed strumenti "high tech", che forniscono risultati estremamente dettagliati ma, purtroppo, generalmente incomprensibili per chi non abbia una formazione altamente scientifica.

L'analisi "high tech" di una malta fornisce per esempio risultati estremamente dettagliati sulla mineralogia della sabbia impiegata, che il più delle volte coincide con la sabbia disponibile nel fiume o nella cava più vicini. Si potranno avere grafici computerizzati della distribuzione della granulometria (*istogrammi*), che ci daranno in questa fase una sola indicazione utile: se la sabbia è stata setacciata oppure no. La metodologia più adeguata per determinare il rapporto inerte/legante di una malta è ancora molto dibattuta, e origina da più di quarant'anni polemiche fra gli scienziati che se ne occupano.

Come conservatore e restauratore impegnato da anni anche nel settore della indagine archeologica, sono convinto che l'indagine scientifica **applicata ad un problema reale** abbia bisogno di strumenti semplici, flessibili, economici ed utilizzabili in tempi compatibili con l'indagine archeologica.

L'analisi di una malta eseguita con strumenti ed apparecchiatura "high tech" può richiedere mesi, fatto chiaramente incompatibile con il proseguimento dei lavori: non si può chiedere agli archeologi ed ai lavoratori impegnati di aspettare mesi per proseguire l'indagine sul campo.

Negli anni ho quindi fatto un ricorso sempre maggiore a tecnologie semplici per potere osservare la composizione delle malte in tempi rapidi, con il solo ausilio tecnologico di un microscopio stereoscopico a basso ingrandimento.

**2. METODO.** È importante segnalare che una campagna di prelievi di malte richiede un lavoro di equipe con gli archeologi, che avranno già effettuato osservazioni macroscopiche delle murature ed il loro rilievo in scala 1:20 o 1:50. Su queste basi il restauratore procederà alla pulitura dei settori di muratura su cui si svolge l'indagine archeologica. Il concetto di "pulitura" è molto diverso per un archeologo e per un restauratore. Per un archeologo un muro sarà "pulito" quando i suoi elementi costitutivi sono identificabili e documentabili. Per un restauratore lo stesso muro sarà "pulito" quando saranno state rimosse le sostanze ed i depositi che si sono sovrapposti al suo stato di finitura.

Questa fase di pulitura permette quindi una osservazione più accurata della superficie originale del manufatto, del suo stato di conservazione, dei suoi elementi costitutivi, fra cui le malte. A questo punto il restauratore può procedere al prelievo di campioni di malta in base alle indicazioni fornite dall'archeologo.

Il prelievo dei campioni è un atto delicato che deve seguire alcune regole. È intuitivo capire che il prelievo di una malta di rivestimento (intonaco, intonaco affresco, stucchi) ha uno scopo diverso dal prelievo della malta che lega gli elementi di un muro. In questo ultimo caso bisogna dapprima eseguire uno "scavo stratigrafico" della malta per verificare che la malta superficiale non ne copra una più profonda, caso frequente nelle murature in "pietra a vista", i cui giunti possono essere stati rifatti durante fasi di manutenzione. Il prelievo della malta in profondità è quindi fondamentale per determinare una fase di costruzione.

Le zone di prelievo vengono indicate sui rilievi grafici e documentate fotograficamente. I campioni prelevati ricevono una nomenclatura, che viene riportata sia sul contenitore del campione che sui rilievi grafici.

**3. PREPARAZIONE DEI CAMPIONI.** I campioni prelevati vengono immersi in più bagni di solvente anidro (generalmente propanone) e essiccati. Questa operazione ha lo scopo di rimuovere l'umidità presente nella malta, che comprometterebbe le fasi seguenti.

I campioni vengono quindi impregnati sotto vuoto con una resina a due componenti (epossidica o poliestere) ponendolo all'interno di un contenitore di dimensione appropriata.

All'interno del contenitore si introdurrà, accanto al campione, un foglio di carta con l'indicazione della nomenclatura. La carta viene facilmente impregnata dalla resina e sarà quindi una indicazione non separabile dal campione, che non potrà mai essere confuso con un altro.

Il trattamento sotto vuoto viene prolungato fino a quando dal campione non esce più aria (sotto forma di bollicine). A questo punto si è sicuri che l'intero sistema poroso della malta è stato riempito dalla resina.

Dopo la completa polimerizzazione della resina (fra le 12 e le 36 ore, a seconda del tipo di resina e della temperatura ambiente) il campione viene estratto dal contenitore e sezionato a metà con un disco diamantato. La superficie di taglio viene quindi lavorata con carta abrasiva di granulometria decrescente fino ad ottenere una superficie perfettamente piana e lucida. L'altra metà del campione viene archiviata e potrà servire in seguito per ulteriori analisi, anche di tipo distruttivo.

A questo punto il campione è pronto all'osservazione microscopica.

**4. OSSERVAZIONE MICROSCOPICA.** La superficie perfettamente lucidata permette di osservare la composizione della malta già a basso ingrandimento (*range* fra 2 e 10 x). Si valuteranno con attenzione i seguenti parametri:

**Granulometria dell'inerte.** Con un oculare a reticolo si può facilmente misurare il diametro dei granuli dell'inerte. La dimensione massima dei granuli può dare indicazioni sull'uso (o il mancato uso) di setacci.

**Natura dell'inerte.** In questa fase non è di grande importanza l'identificazione mineralogica dell'inerte. È invece importante notare il colore dei minerali, e l'eventuale predominanza di un certo tipo di minerale.

**Presenza di impurità.** Si porta particolare attenzione alla eventuale presenza di impurità organiche (foglie, legno, carbone, ossa) che testimoniano l'uso di sabbia senza preventivo lavaggio.

**Presenza di calce spenta male.** I granuli di calce mal spenta sono generalmente tondeggianti, candidi, a volte alveolati, e testimoniano una bassa tecnologia nella preparazione della calce.

**Rapporto apparente fra inerte e legante.** Al microscopio è facilmente osservabile la distribuzione del legante fra i granuli dell'inerte. Questo elemento fornisce una indicazione visiva della composizione della malta.

**Colore del legante.** Il colore del legante può fornire indicazioni sul calcare utilizzato per la fabbricazione della calce. I leganti bianchi sono ottenuti da calcari puri. I leganti giallastri sono ottenuti da calcari meno puri. I leganti bruni sono generalmente di tipo idraulico, ottenuti dalla cottura di calcari con alti contenuti di ferro e alluminio (calcari marnosi).

**Presenza di vuoti.** Il processo di evaporazione dell'acqua dalla malta lascia al suo interno un sistema alveolare. Se la malta viene premuta durante la presa (azione che viene chiamata: "costipazione della malta") l'alveolizzazione viene soppressa. Questo elemento è indicativo del *modus operandi* dei muratori che hanno messo in opera la malta.

**Lisciatura.** La superficie della malta può essere stata lisciata in fase di presa per ottenere un aspetto estetico regolare e gradevole. Gli effetti della lisciatura sono visibili al microscopio in quanto producono una superficie piana, mentre i sottostanti granuli dell'inerte risultano orientati nello stesso senso dal movimento della cazzuola.

Questi elementi costituiscono un insieme **non casuale e non ripetibile** che caratterizza una malta.

La caratterizzazione delle malte, sempre unita ad altre osservazioni di tipo strutturale ed archeologico, può essere un elemento di grande importanza nella definizione della cronologia relativa del costruito.

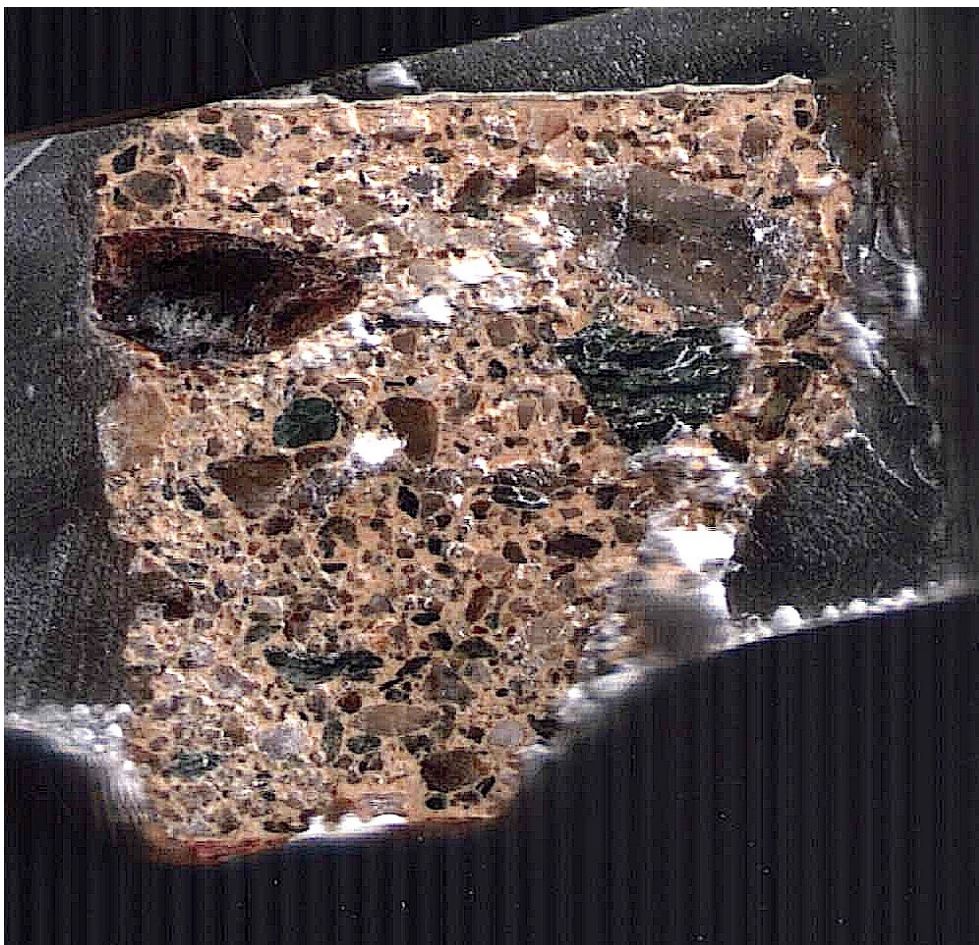
Stefano Pulga

Aosta, 25 gennaio 2009

## ESEMPI DI SEZIONI LUCIDE

### 1° GRUPPO: MALTE DI COSTRUZIONE

M-7: Malta che riveste interamente le pareti ed il soffitto di un santuario barocco (1682). La letteratura di archivio cita un "*intonaco affrescato*" parzialmente rovinato da un incendio nel 1864. A seguito dell'incendio sono stati realizzati "*lavori di recupero*" nel 1892. L'intero locale è stato poi dipinto con vernice bianca nel 1966. Gli archeologi desiderano sapere se, sotto la pittura bianca, è presente l'intonaco affrescato.



Il campione evidenzia una malta formata da legante idraulico abbondante, mentre l'inerte ha una granulometria assai varia (da 0,1 a 6 mm) ed è probabilmente originato da frantoio, come testimoniato dai numerosi granuli a spigoli vivi. Da notare nella parte superiore lo spesso *film* della pittura sintetica recente, unica presente. Ingrandimento 6x.

L'uso di sabbia frammentata meccanicamente e di legante altamente idraulico datano questa malta alla seconda metà del 1800. L'assenza di decorazioni e di tracce di fuliggine sotto la vernice sintetica prova che l'intonaco è relativo ai lavori della fine del 19° secolo ed è stato posato dopo avere rimosso l'intonaco affrescato danneggiato dall'incendio.



M-8 ed M-9: Comparazione di malte provenienti da due monconi di muratura romana che non sono in continuità stratigrafica in quanto separati da una struttura medievale. Gli archeologi desiderano sapere se i due frammenti di muro appartenevano alla stessa struttura.



M-8 è la malta che lega i ciottoli del "Moncone Nord" ed è costituita di calce aerea e sabbia. La maggior parte dell'inerte è costituita da sabbia grigia di granulometria massima di 1 mm. Sono però presenti altri granuli più grossi, fino a 8 mm, principalmente costituiti da calcari (marmi, travertino). Si notano fessure e alveoli che testimoniano la messa in opera della malta senza alcuna successiva compattazione o costipazione. Ingrandimento 4,3x.



M-9 è la malta usata per legare i ciottoli del "Moncone Sud". Ha caratteristiche granulometriche e mineralogiche analoghe a M-8. Nel campione prelevato sono presenti due piccoli frammenti di laterizio, che risulta essere piuttosto una impurità che non una aggiunta deliberata. Ingrandimento 4,3x.

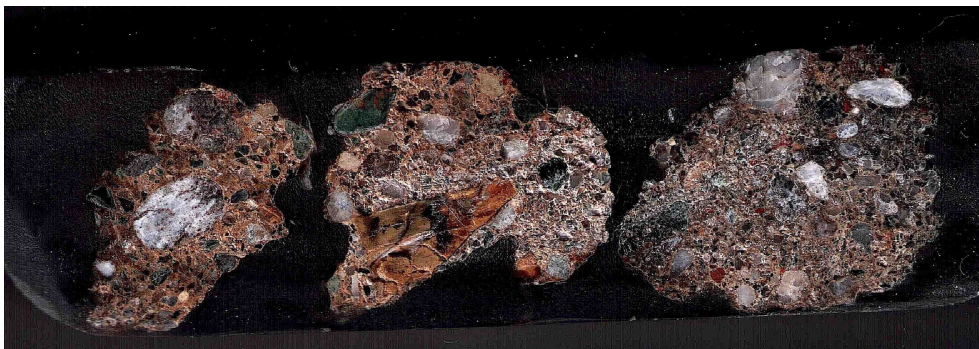
Si può concludere che i due monconi di muro appartengono alla stessa fase costruttiva.

Una volta in mattoni a vista presenta alcune linee di giunzione (vedi Foto). Gli archeologi si domandano se le linee di giunzione sono relative a fasi di cantiere o a diversi momenti costruttivi. M-10 e M-11 sono stati prelevati rispettivamente sopra e sotto la linea di giunzione illustrata in fotografia.

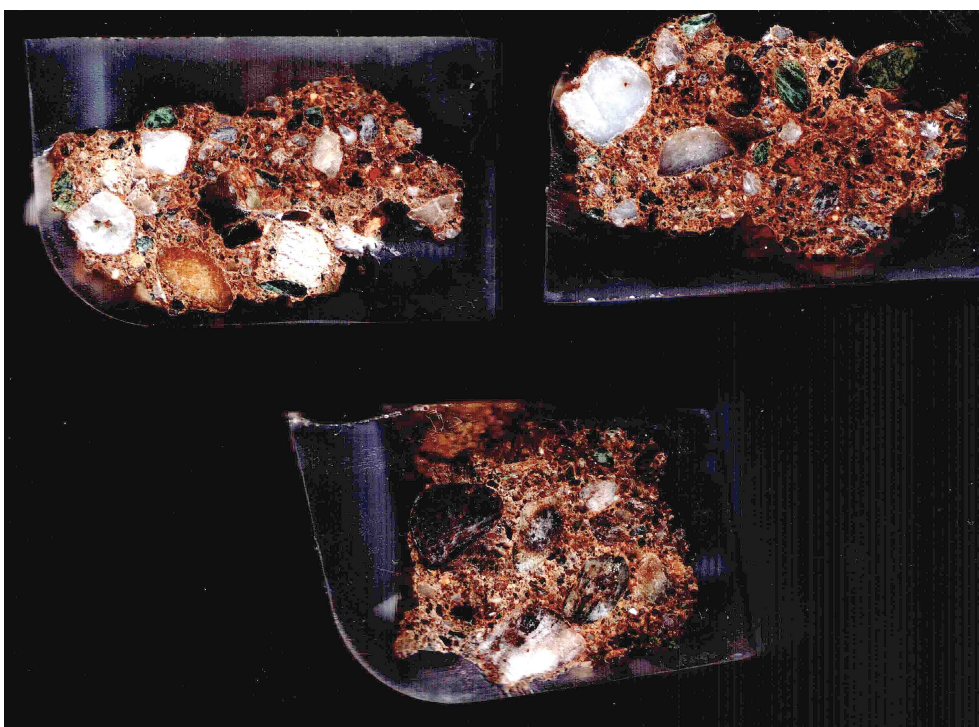




M-10 è costituito da calce idraulica giallo-brunastra e da un inerte assai vario come granulometria e origine mineralogica. Gran parte dell'inerte è costituita da sabbia grigio-verde di granulometria inferiore a 1 mm; il resto è costituito da granuli di diametro variabile fra i 2 ed i 15 mm. Si notano frammenti di serpentinite verde, calcedonio e silicati ialini. L'impasto è stato probabilmente messo in opera con un eccesso di acqua, che spiega la notevole alveolizzazione e la scarsa aderenza della matrice alle frazioni granulometriche più grosse. Si noti a questo proposito il grosso frammento giallo-bruno nel campione centrale, circondato da una sottile linea nera: è il vuoto lasciato dall'evaporazione dell'acqua. Ingrandimento 2,8x.

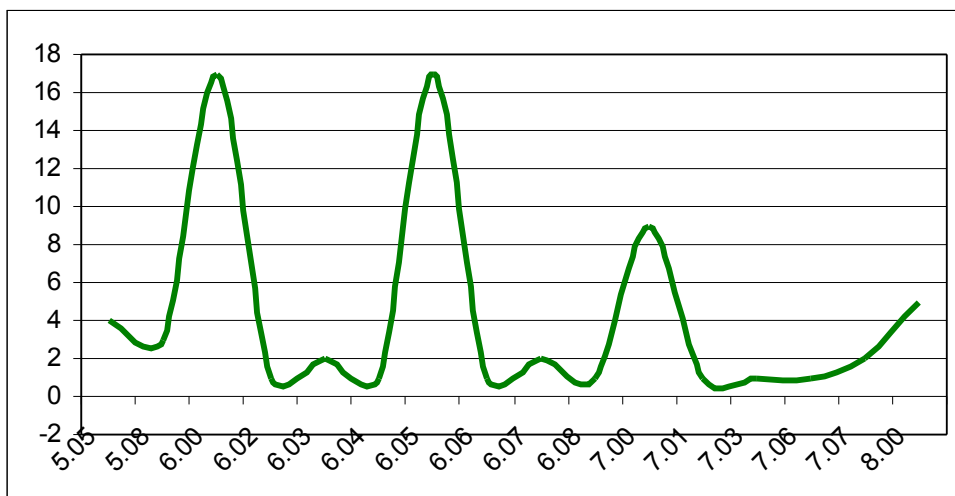


M-11 è composto da legante idraulico nettamente bruno e da un grossolano inerte che raggiunge granulometria di 8-9 mm. La distribuzione granulometrica è nettamente a favore della frazione più grossa, la parte fine (inferiore a 1 mm) non raggiunge il 30%. La presenza di silicati ialini è predominante, e si notano anche numerosi granuli di colore nerastro a pasta di fondo vetrosa. La composizione dell'inerte, il colore della matrice e la distribuzione granulometrica ne fanno una malta nettamente differenziata dal campione M-10. Ingrandimento 2,8 x.

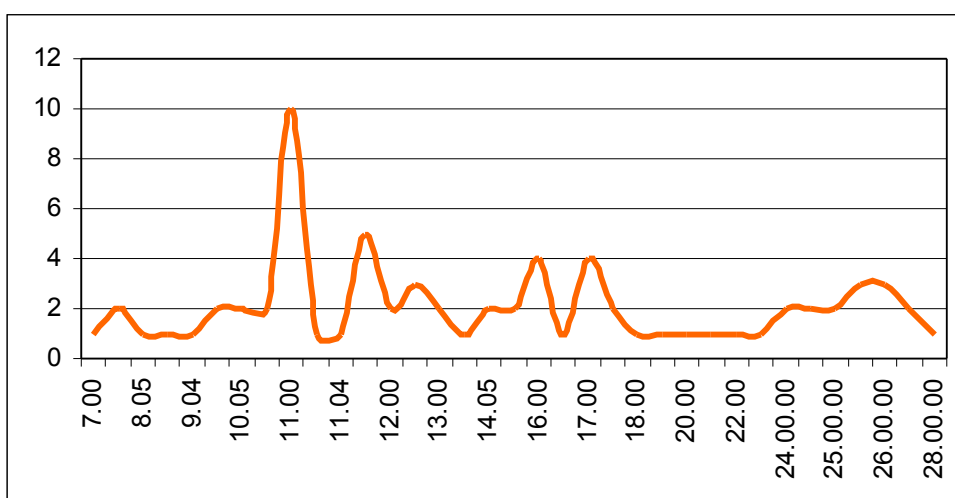


In questo caso si deduce che le due parti di volta non sono contemporanee. Una ulteriore conferma di questa ipotesi viene dallo studio mensocronologico dei mattoni (studio statistico delle dimensioni). Sopra e a sotto la linea di giunzione i mattoni hanno dimensioni (spessore e lunghezza) nettamente diverse, come si può vedere nei grafici acclusi qui di seguito.

### GRAFICO DEL CAMPIONE 1 Sopra la linea giunzione (spessori)

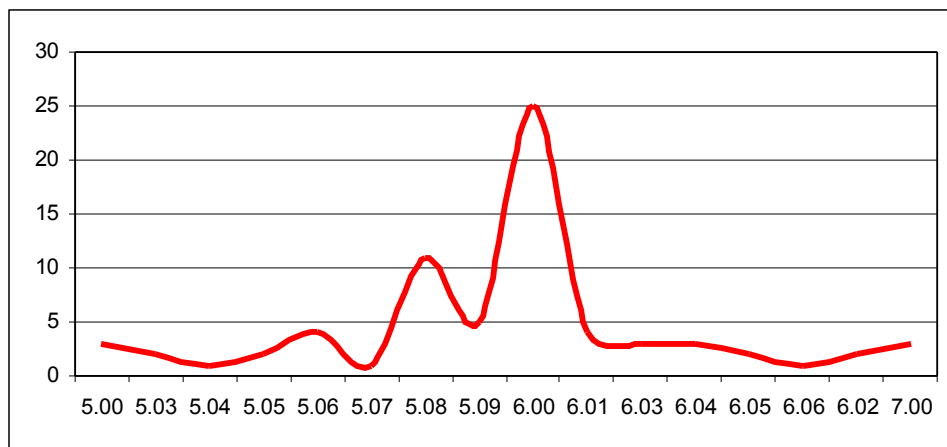


### GRAFICO DEL CAMPIONE 1 Sopra la linea giunzione (lunghezze)

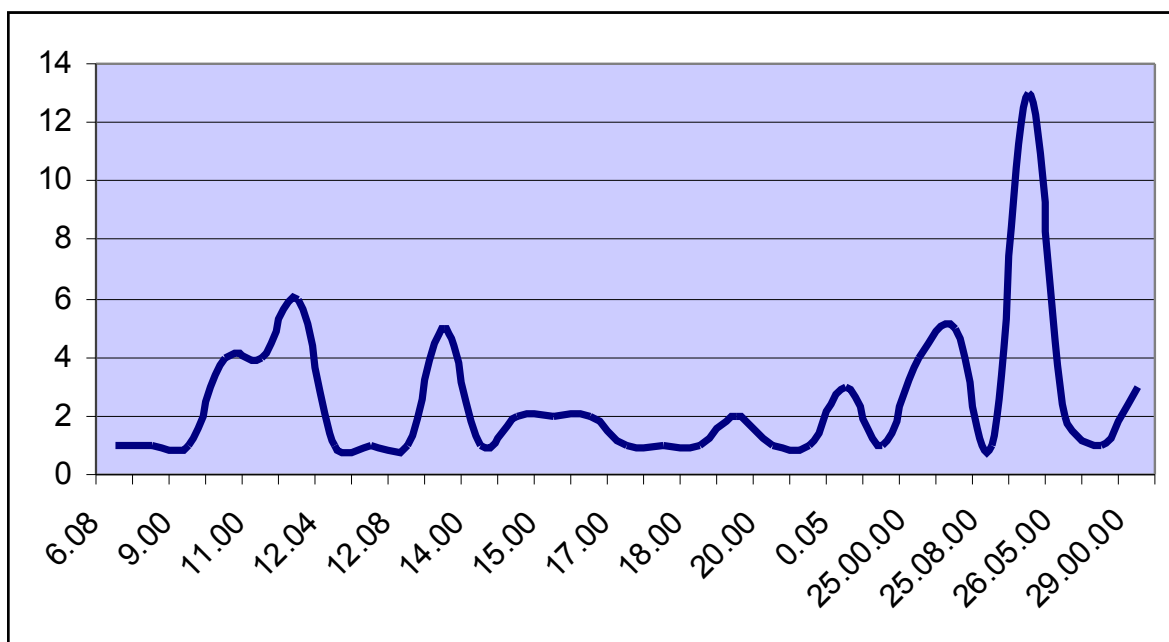




### GRAFICO DEL CAMPIONE 2 Sotto la linea di giunzione (spessori)



### GRAFICO DEL CAMPIONE 2 Sotto la linea di giunzione (lunghezze)

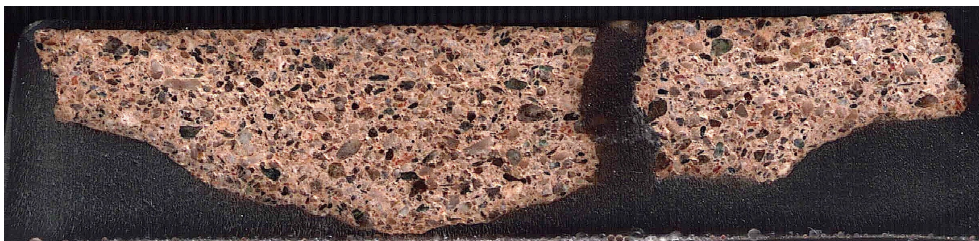


## 2° GRUPPO: MALTE DI RIVESTIMENTO

I quattro campioni che seguono provengono da una stessa unità stratigrafica, costituita da intonaci dipinti. La domanda che archeologi e storici dell'arte si pongono è se i frammenti raccolti (oltre 3500) appartengono ad un unico ciclo pittorico.

Il restauratore ha quindi esaminato tutti i frammenti dividendoli in quattro "famiglie" in base a criteri macroscopici: aspetto della pellicola pittorica, spessore dell'intonaco, colore dell'intonaco.

Per ragioni di *budget* non è stato possibile analizzare un gran numero di frammenti, si sono quindi prelevati quattro frammenti corrispondenti alle quattro "famiglie".



M-12: Si tratta di un impasto leggermente "*grasso*" di calce giallastra e sabbia accuratamente lavata e setacciata alla granulometria massima di 1,5 mm. La sabbia è in gran parte costituita da granuli silicei traslucidi; presenti anche frazioni grigie e verdi. Malta di buona fattura, accuratamente lisciata e costipata in fase di presa. Spessore massimo 13 mm. Ingrandimento 3,6x.



M-13: Impasto di calce spenta ed inerte setacciato a circa 4 mm. Si noti che la frazione fine ( $< 1$  mm) è in gran parte costituita da frammenti lamellari neri e verdi, mentre la frazione intermedia (1-2 mm) è principalmente formata da granuli arrotondati giallastri o traslucidi, e la frazione più grossa (2-4 mm) contiene calcari e silicati di diverse origini. Il rapporto inerte/legante ne fa una malta leggermente "*magra*". Sono presenti *bottaccioli* di calcare mal cotto. Spessore circa 22 mm. Ingrandimento 3,8 x.



M-14: Si notano tre strati, per uno spessore totale di circa 15 mm. Lo strato più profondo, spesso 8-10 mm, è un impasto "grasso" di calce spenta ed inerte a granulometria varia. Sono presenti elementi grossolani (fino a 12 mm) e medi (4-6 mm). Il secondo strato, sempre di calce e sabbia, è spesso 3-4 mm e costituito da calce spenta e sabbia finemente setacciata (1 mm). La malta è più "magra" della precedente e l'adesione fra i due strati è perfetta. La superficie del secondo strato è leggermente ondulata ed è coperta dal terzo strato, spesso 1-2 mm., composto di calce spenta e polvere di marmo, finemente macinata e setacciata ad una granulometria inferiore a 0,5 mm. L'orientamento dei granuli di marmo testimonia un accurato lavoro di lisciatura della malta. Su questo strato perfettamente liscio sono stati stesi i pigmenti. Ingrandimento 3,6 x.



M-15: Strato unico, di circa 10 mm di spessore. Impasto nettamente "grasso" ed inerte composto prevalentemente di una frazione molto fine ( $< 0,5$  mm) nera, verde e ialina. Notare i radi componenti grossolani (fino a 2,5 mm), generalmente calcari gialli e bruni. La granulometria non equilibrata e l'impasto "grasso" sono probabilmente all'origine delle fessure di ritiro presenti nella malta.

Le caratteristiche delle malte esaminate stabiliscono senza ombra di dubbio che si tratta di quattro campagne pittoriche differenti.