

TRATTO MURARIO IN VIA FRANCESCO ROSSI

BERTINORO (FC)

Analisi mineralogico-petrografiche e granulometriche
delle malte di allettamento

RELAZIONE D'ANALISI

- Giugno 2012 -

Dott. Gian Carlo Grillini
Geologo Specialista
Regione Emilia Romagna
Ordine dei Geologi n. 300



The image shows a circular professional stamp of the Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI", "Dott. Geol. GIAN CARLO GRILLINI", and "Nr. 300". Below the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads "Gian Carlo Grillini".

40138 Bologna – Via Weber 2 – tel.051 6013433 –338 9166576
48010 Casola Valsenio (RA) – Piazza Oriani 35 – tel. 0546 73503

Dott. Gian Carlo Grillini
Geologo Specialista n.300
Geomateriali e Diagnostica
dei Beni Culturali

TRATTO MURARIO IN VIA FRANCESCO ROSSI

BERTINORO (FC)

Analisi mineralogico-petrografiche e granulometriche
delle malte di allettamento

Premessa

Sono stati analizzati due campioni di malta di allettamento prelevati all'interno del paramento murario del tratto di mura di Via Francesco Rossi a Bertinoro (FC).

La campionatura è stata eseguita sul lato esterno del tratto di mura (lato rivolto verso la scarpata) in cui non erano presenti malte di stuccatura, a volte cementizie, oggetto di recenti interventi di restauro e/o di manutenzione.

Le analisi di laboratorio avevano lo scopo di caratterizzare i materiali utilizzati per la realizzazione della malta della muratura, definirne la composizione mineralogico-petrografica, la granulometria, il rapporto legante/aggregato e trarre informazioni sulla tecnica edilizia impiegata.

Le analisi hanno fornito, inoltre, indicazioni sullo stato conservativo, preliminari ad un corretto intervento di restauro.

I risultati analitici, riportati in schede tecniche, sono stati discussi sulla base delle Raccomandazioni UNI-Normal disponibili in materia.

40138 Bologna – Via Weber 2 – tel.051 6013433 –338 9166576
48010 Casola Valsenio (RA) – Piazza Oriani 35 – tel. 0546 73503

METODOLOGIE ANALITICHE

Le indagini sono state condotte con diverse tecniche analitiche, proposte nel campo dei Beni Culturali:

Analisi degli intonaci

- Esame al microscopio stereoscopico per un'analisi qualitativa dell'aggregato e del legante, identificazione dei componenti accessori, grado di cementazione, ecc...
- Analisi microchimica per attacco acido, per caratterizzare qualitativamente il tipo di legante utilizzato.
- Isolamento dell'aggregato dal legante per disaggregazione in acqua deionizzata ed agli ultrasuoni, per un'analisi granulometrica e mineralogica al microscopio stereoscopico.
- Analisi mineralogica per diffrazione ai raggi X su frammenti macinati del campione "tal quale" e del solo aggregato sabbioso.
- Analisi granulometrica mediante setacciatura del campione precedentemente disaggregato, con un numero opportuno di vagli posti su vibratore meccanico. Il trattenuto da ogni vaglio viene pesato ed il risultato espresso come percentuale in peso.

Le metodologie analitiche utilizzate fanno riferimento alle seguenti

Raccomandazioni UNI - Normal (ICR e CNR):

Per le malte e gli intonaci:

NORMAL 12/83: Aggregati Artificiali di Clasti e Matrice Legante non Argillosa: Schema di Descrizione.

NORMAL 23/86: Terminologia Tecnica: Definizione e Descrizione delle Malte.

NORMAL 27/88: Caratterizzazione di una Malta.

NORMAL 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: Lessico.

ELENCO DEI CAMPIONI

Campione 1: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 50 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)

Campione 2: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 20 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)



Foto A

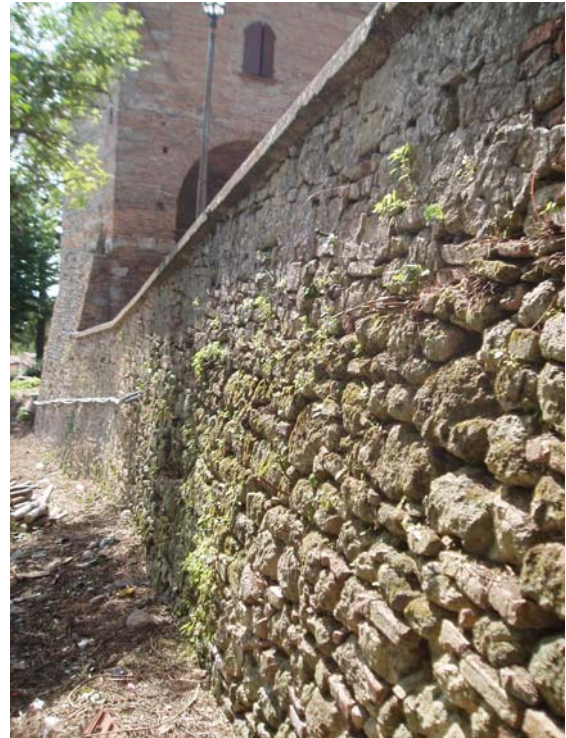


Foto B

Foto A = Tratto di mura di Via Francesco Rossi a Bertinoro (FC).

Foto B = Paramento murario (lato esterno rivolto verso la scarpata) oggetto della campionatura.

Foto B = Il paramento murario è costituito da frammenti irregolari di Pietra Spungone (una calcarenite organogena di colore giallastro estratta nei dintorni di Bertinoro) con scarsi elementi in Laterizio (mattoni di diverse dimensioni e tipologie) inseriti in modo alloctono nella muratura, con il probabile scopo di regolarizzare la tessitura muraria.

MALTA DI ALLETTAMENTO

Campione 1: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 50 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)

PUNTO DI PRELIEVO



Analisi macroscopica della malta

Colore d'insieme: Tendenzialmente beige-giallastro

Spessore del giunto: Gli spessori dei giunti sono eterogenei da punto a punto nella muratura

Coesione: Tenace/Friabile (si spezza con le dita e tende a sbriciolarsi)

Finiture-Coloriture superficiali: Non presenti

Morfologie di degrado: La malta di allettamento presenta una scarsa coesione.

Si rileva una parziale *disgregazione* al tatto, in quanto interessata da una notevole *colonizzazione biologica*. Si riscontrano macroscopicamente micro e macro *organismi vegetali* (sviluppo di individui erbacei o arborei di diverso genere, muschi, funghi e licheni)

MACROFOTOGRAFIA DEL PRELIEVO



MALTA DI ALLETTAMENTO

Campione 1: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 50 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)

Caratterizzazione mineralogico-petrografica e granulometrica

Natura del legante: Calce aerea (vedi analisi ai Raggi X)

Natura dell'aggregato: Sabbia di tipo fluviale con discreto arrotondamento dei granuli, a composizione mineralogica: Quarzo (xxxx) - Calcite(xxxxx) - Feldspati(xx).

Si rilevano scarsi minerali femici verdolini: Serpentino (x) e Clorite (x).

Altri componenti (additivi): Assente il Coccio Pesto - Si rilevano frammenti grossolani di Pietra Spungone a spigolo vivo, scarsi frammenti fossiliferi e frustoli carboniosi..

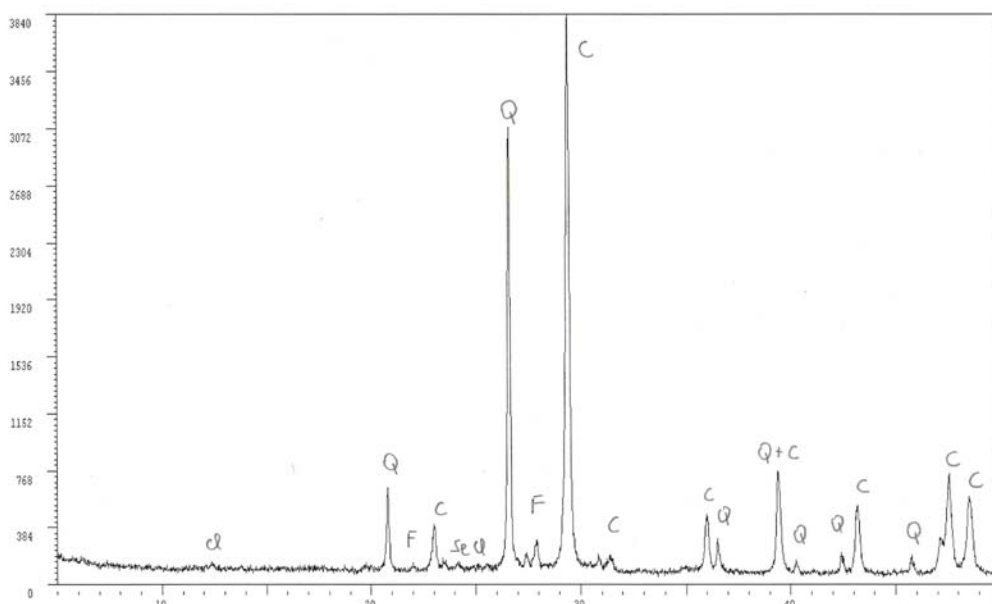
(vedi foto dell'aggregato sabbioso separato dal legante)

Osservazioni granulometriche: L'aggregato sabbioso presenta una granulometria tendenzialmente eterogenea, per la presenza di frammenti di Spungone grossolani e sabbia fluviale medio-fine con classe modale di massima frequenza di 1/4-1/8 di mm (0,250-0,125 mm), indice di una setacciatura in cantiere (vedi Istogramma)

Rapporto legante/aggregato: circa di 1/2

Prodotti di alterazione: Non si rilevano prodotti di solfatazione (esempio gesso) della componente carbonatica.(vedi analisi ai Raggi X).

Analisi mineralogica in diffrazione ai raggi X

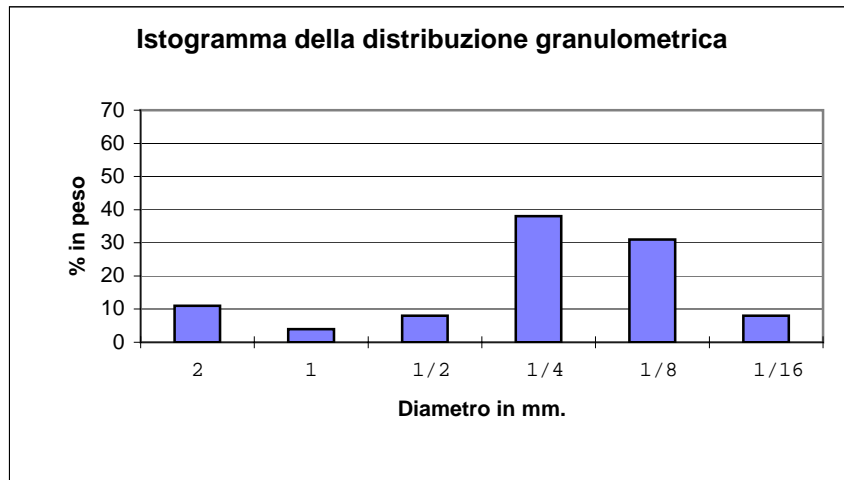


Le fasi mineralogiche sono state indicate sui relativi riflessi ad intensità massima:

C=Calcite(xxxxx); Q=Quarzo(xxxx); F=Feldspati(xx); Se=Serpentino(x); Cl=Clorite(x).

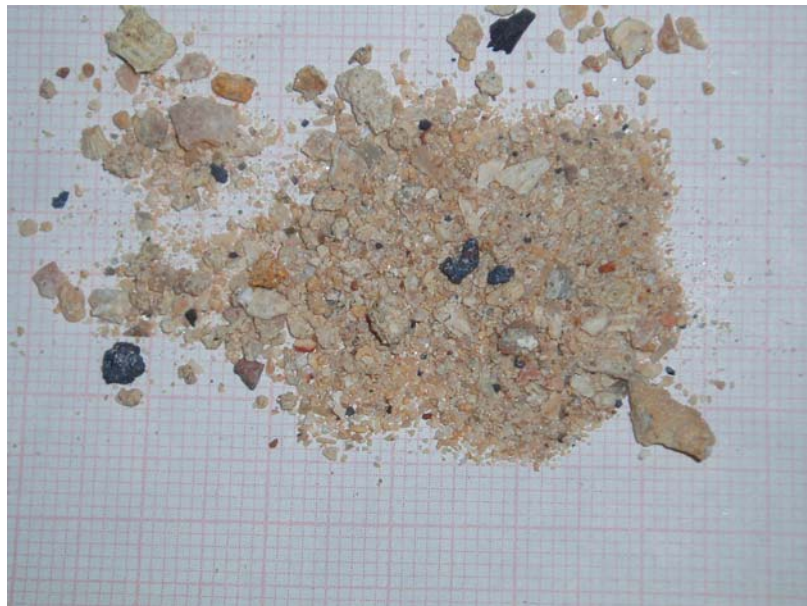
Analisi granulometrica dell'aggregato sabbioso separato dal legante

Campione 1 - Istogramma della frazione arenacea 2 – 1/16 di mm



Macrofotografia dell'aggregato sabbioso separato dal legante

Campione 1



MALTA DI ALLETTAMENTO

Campione 2: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 20 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)

PUNTO DI PRELIEVO



Analisi macroscopica della malta

Colore d'insieme: Tendenzialmente beige-giallastro

Spessore del giunto: Gli spessori dei giunti sono eterogenei da punto a punto nella muratura

Coesione: Tenace (si spezza con le dita senza sbriciolarsi)

Finiture-Coloriture superficiali: Non presenti

Morfologie di degrado: La malta di allettamento presenta una discreta coesione.

Si rileva una notevole **colonizzazione biologica**.

Macroscopicamente si riscontrano micro e macro **organismi vegetali** (sviluppo di individui erbacei o arborei di diverso genere, muschi, funghi e licheni)

MACROFOTOGRAFIA DEL PRELIEVO



MALTA DI ALLETTAMENTO

Campione 2: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 20 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)

Caratterizzazione mineralogico-petrografica e granulometrica

Natura del legante: Calce aerea (vedi analisi ai Raggi X)

Natura dell'aggregato: Sabbia di tipo fluviale con discreto arrotondamento dei granuli, a composizione mineralogica: Quarzo (xxxxx) - Calcite(xxxx) - Feldspati(xxx).

Si rilevano scarsi minerali femici verdolini: Serpentino (x) e Clorite (x) e Illite-Mica (x).

Altri componenti (additivi): Assente il Coccio Pesto - Si rilevano frammenti grossolani di Pietra Spungone a spigolo vivo e scarsi frammenti fossiliferi.

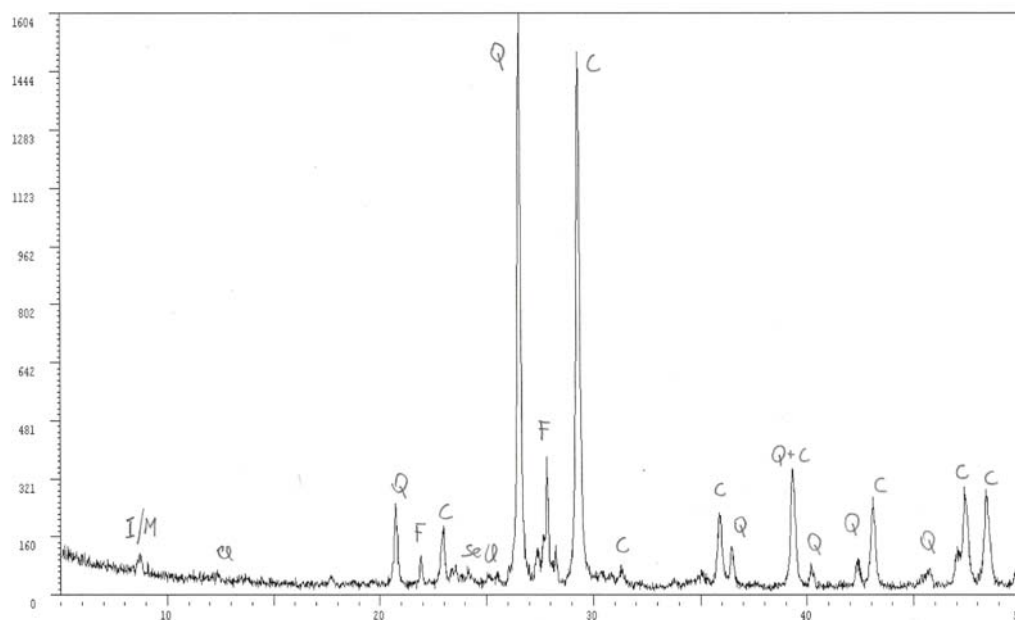
(vedi foto dell'aggregato sabbioso separato dal legante)

Osservazioni granulometriche: L'aggregato sabbioso presenta una granulometria tendenzialmente eterogenea, per la presenza di frammenti di Spungone grossolani e sabbia fluviale medio-fine con classe modale di massima frequenza di 1/4-1/8 di mm (0,250-0,125 mm), indice di una setacciatura in cantiere (vedi Istogramma)

Rapporto legante/aggregato: circa di 1/2

Prodotti di alterazione: Non si rilevano prodotti di solfatazione (esempio gesso) della componente carbonatica.(vedi analisi ai Raggi X).

Analisi mineralogica in diffrazione ai raggi X



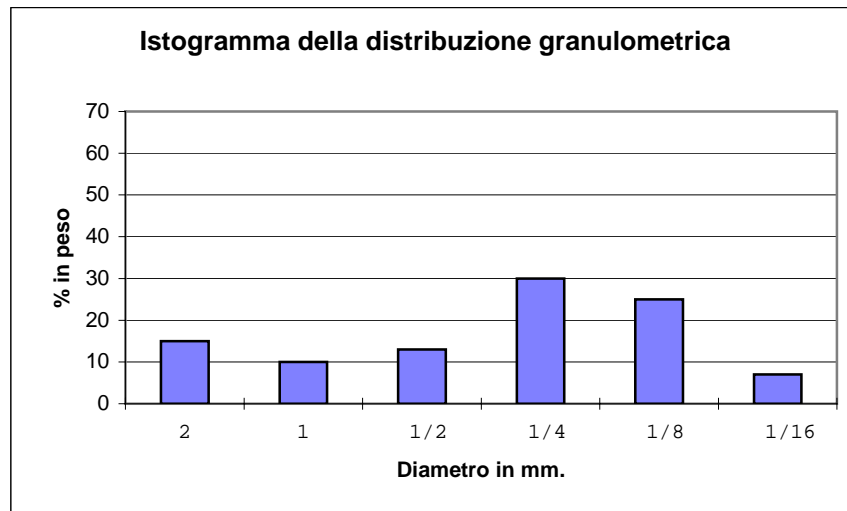
Le fasi mineralogiche sono state indicate sui relativi riflessi ad intensità massima:

C=Calcite(xxxx); Q=Quarzo(xxxxx); F=Feldspati(xxx); Se=Serpentino(x); Cl=Clorite(x);

I/M=Illite-Mica(x).

Analisi granulometrica dell'aggregato sabbioso separato dal legante

Campione 2 - Istogramma della frazione arenacea 2 – 1/16 di mm



Macrofotografia dell'aggregato sabbioso separato dal legante

Campione 2



OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Le determinazioni analitiche di tipo mineralogico-petrografiche e granulometriche, eseguite al microscopio stereoscopico sul campione “tal quale” e dopo “disaggregazione” in acqua deionizzata agli ultrasuoni, combinate con l’analisi diffrattometrica ai raggi X, hanno permesso una caratterizzazione scientifica delle malte di allettamento e delle relative morfologie di degrado. Hanno fornito, inoltre, indicazioni sui materiali e le tecniche esecutive utilizzate dalle maestranze edili per la realizzazione del paramento murario.

Campione 1: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 50 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)

Campione 2: Malta di allettamento della muratura, prelevata a 20 metri dalla porta (lato esterno rivolto verso la scarpata)

Le analisi hanno evidenziato, per entrambi i campioni, una malta costituita da calce aerea, quale legante, e da un aggregato sabbioso di tipo fluviale a composizione quarzoso-feldspatica-carbonatica con scarsi minerali di serpentino, clorite e illite-mica. Assente il cocchio pesto. Quali additivi si rilevano frammenti grossolani di Pietra Spungone a spigolo vivo e scarsi frammenti fossiliferi.

L’aggregato sabbioso presenta una granulometria tendenzialmente eterogenea, per la presenza di frammenti di Spungone grossolani e sabbia fluviale medio-fine con classe modale di massima frequenza di 1/4-1/8 di mm (0,250-0,125 mm), indice di una setacciatura in cantiere. Il rapporto legante/aggregato è di circa di 1/2.

CONSIDERAZIONI

Prima dell’intervento conservativo al paramento murario, si consiglia di controllare come sono regimate e drenate le acque meteoriche lungo il tratto di mura di via Francesco Rossi.



Nel corso del sopralluogo, accompagnato dall’Ing. Marika Medri, si rilevava che l’acciottolato è, in alcuni punti, degradato e lacunoso. Questo potrebbe facilitare l’infiltrazione di acqua nel terreno a contatto con il parapetto interno (lato rivolto verso la strada) e quindi attraversare la struttura muraria per poi defluire all’esterno lungo la scarpata.

Nelle foto seguenti (in particolare nella foto del pozzetto con la griglia) si rileva un taglio orizzontale, parallelo al terreno, con un fenomeno di probabile “sotto-escavazione” del paramento murario stesso.



Tale fenomeno comporterebbe la disgregazione delle malte di allettamento, come rilevato nel corso della campionatura (vedi foto campioni **1** e **2**), favorendo la proliferazione di piante e arbusti e venendo così ad indebolire la struttura del paramento murario.



Si consiglia di controllare, sempre nel corso di precipitazioni meteoriche, l'efficienza dei pozzetti di raccolta dell'acqua: ad un primo esame si riscontrava un accumulo di foglie secche e terriccio.

In conclusione prima di eseguire i restauri delle mura si consiglia di verificare quanto sopra esposto, e di predisporre adeguati drenaggi delle acque meteoriche, per non vanificare l'intervento di restauro stesso..

Dott. Geol. Gian Carlo Grillini

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
GIAN CARLO
GRILLINI
Nr. 300
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Gian Carlo Grillini

Bologna 6.07.2012

RISPOSTA AI QUESITI

- epoca stimata di realizzazione della mura;

Nessuna analisi (delle pietre e/o delle malte) riesce a datare le murature.

Se la muratura è realizzata con “Laterizi originali” (non di recupero) solo l’analisi in termoluminescenza dei cotti permette la loro datazione e quindi l’età della muratura (errori inferiori ai 50 anni).

Nella muratura di Bertinoro i laterizi sono scarsi e, a mio avviso, di recupero e/o aggiunti in tempi successivi.

Per cui l’analisi in termoluminescenza (che è pure costosa) non serve in questo caso!

- la malta è tipica o è atipica? nel senso, ha una composizione tipica di quella utilizzata in altre mura?

Dovrei controllare altre relazioni con analisi delle malte svolte dal sottoscritto in località limitrofe: Mura di Terra del Sole, Castello di Montefiore Conca, Castello di San Clemente e Castelelale, ecc...

La composizione della malta è, per certi aspetti, comune ad altre murature della zona. Uniche cose diverse e da sottolineare: il legante scarso (calce aerea) e l’aggiunta, quali additivi, di frammenti di pietra macinata (spungone) insieme alla sabbia fluviale.

- è composta da materiali locali?

I frammenti di pietra macinata (spungone), quali additivi, sono sicuramente locali. Anche la composizione mineralogica della sabbia permette di ipotizzare una provenienza dai fiumi locali (Ronco-Bidente-Savio, ecc).

- quale composizione di malta ci puoi consigliare per l'intervento di ristrutturazione?

- La composizione consigliata è quella che si evince dalle conclusioni riportate nella relazione:

Una malta costituita da calce aerea, quale legante, e da un aggregato sabbioso di tipo fluviale a composizione quarzoso-feldspatica-carbonatica con scarsi minerali di serpentino, clorite e illite-mica.

Quali additivi si rilevano frammenti grossolani di Pietra Spungone a spigolo vivo e scarsi frammenti fossiliferi.

*L'aggregato sabbioso presenta una granulometria tendenzialmente eterogenea, per la presenza di frammenti di Spungone grossolani e sabbia fluviale medio-fine con classe modale di massima frequenza di 1/4-1/8 di mm (0,250-0,125 mm), indice di una setacciatura in cantiere
Il rapporto legante/aggregato è di circa di 1/2.*

- La composizione della sabbia corrisponde a quella dei fiumi locali che incidono la Formazione Geologica della Marnoso-Arenacea Romagnola (Ronco-Bidente-Savio o Montone)
- Lascerei al restauratore l'eventuale aggiunta di prodotti consolidanti.
- L'importante è l'esecuzione: tenere, a mio avviso, le malte in sottosquadro, come si presentano ora.

Ps: Cosa ne pensi della pietra Alberese di San Benedetto in Alpe (nocciolo dello strato di calanca), opportunamente trattata, per la pavimentazione?

La pietra Albarese (arenaria grigia) è ottima soprattutto i 2,5 metri centrali del banco arenaceo che presenta uno sviluppo di 4 metri.

Ma occorre fare attenzione alla fornitura, in quanto tendono a vendere tutto il banco di 4 metri.

Il banco presenta alla base ed al tetto diversi eterogeneità strutturali.

Non c'è una grossa disponibilità di questo materiale e i cavatori/fornitori tendono a fornire anche altra arenaria non proveniente dal "cuore del banco"...mischiano spesso vari tipi di arenaria (es. Pietra Serena, Fillaretti, ecc..), oppure mettono quella proveniente dalla Slovenia, che assomiglia molto all'Albarese....quando i capitolati richiedono in modo specifico l'arenaria Albarese dell'Alto Savio.

Sono attualmente consulente per il Comune di Bagno di Romagna (Ing. Bianchini dell'Uff.Tecnico) proprio per questo problema: controllare il materiale che viene fornito e che giunge in cantiere (arredo urbano di via Corridoni).

La prima o la seconda settimana di agosto sono chiamato, per la fine dei lavori, a fare una piccola conferenza ai tecnici comunali (credo a San Piero in Bagno) circa i materiali impiegati e le loro problematiche (la pietra Albarese in particolare).

Se siete interessati vi invierò il programma e la data dell'incontro tecnico.

Spero di essere stato sufficientemente esaustivo, resto a disposizione per qualsiasi ulteriore consulenza o domande sui geo-materiali.

Un cordiale saluto

Gian Carlo Grillini