



**GRUPPO DI LAVORO PER LA SALVAGUARDIA,
LA TUTELA E LA CONSERVAZIONE DEL PATRIMONIO
STORICO MONUMENTALE.**

Sede: via Cav. di Vittorio
Veneto n° 24
25017 Lonato (BS)
Italia

Tel. Fax: 030 9131432/030 9130073
0374 341798
Cell.: 347 6848384/338 2438794
E-mail: recuperando.rc@virgilio.it
Homepage: xoomer.virgilio.it/recuperando

**Relazione campagna diagnostica della
Chiesa di S. Maria in Chiari (BS)**

- Relazione campagna di diagnostica

Ricognizione in loco

Dalla ricognizione eseguita sulla facciata della Chiesa di S. Maria in Chiari è emerso un quadro conservativo precario dovuto ad un generale stato di abbandono.

L'area analizzata risulta divisa in due zone, inferiore e superiore, separate da un marcapiano portato dalle colonne del primo rilevato ed il tutto coronato da un frontone triangolare sostenuto dal secondo ordine. La facciata risulta scandita, in orizzontale, da tre partiti verticali che hanno nel portone l'elemento di simmetria.

I due ordini laterali sono sovrastati da delle volute in pietra mentre lo sviluppo dell'elemento centrale continua con il finestrone di facciata ed il timpano di coronamento.

La facciata della Chiesa risulta, a prima vista, realizzata in materiale lapideo, del tipo "Botticino", con inserti di intonaco, tra le colonne dei vari ordini, formato in prevalenza da malta di calce ed alcuni rappezzi che sembrano eseguiti con l'ausilio di leganti a base cementizia.

I due livelli presentano stati di degrado differenziato dovuti ad un diverso grado di esposizione agli agenti atmosferici e da un approccio conservativo più facile per il primo livello.

Il livello a terra è interessato da un non grave stato di conservazione, frutto di riparazioni protratte nel tempo, ma risulta alterato da croste nere e graffiti eseguiti con coloranti di tipo sintetico (bombolette spray).

Il secondo livello si presenta in precario stato di conservazione con presenza di vaste aree di crosta nera fortemente coesa e tratti di cornicione staccato e pericolante.

Durante il sopralluogo si è evidenziato un profondo sollevamento di una parte importante di intonaco (1 mq circa), con conseguente rischio di crollo: tale situazione è stata comunicata alla Direzione lavori con comunicato n° 1 del 21 marzo 2006.

Conservazione della facciata

Introduzione

Dai sopralluoghi effettuati e dalle analisi compiute dalla ditta Geode, di cui in allegato si presentano i risultati, è stato possibile giungere ad un livello di conoscenze tali da poter ipotizzare una serie di interventi.

Nella prima parte verrà relazionato lo stato conoscitivo dei materiali e del degrado relativo alle conoscenze acquisite durante la campagna diagnostica.

Nella seconda parte saranno descritti tutta una serie di interventi possibili per valutare il possibile grado di progetto da raggiungere durante l'esecuzione dei lavori.

La presenza infatti di una serie di stratificazioni storiche, materiche e del degrado richiedono una scelta, da parte della Direzione lavori, sul grado di approfondimento delle operazioni da compiere, con conseguente influenza sull'ammontare qualitativo ed economico dell'intervento.

Stato di fatto

La Chiesa risulta composta principalmente da materiali lapidei naturali (pietra di Botticino) ed artificiali (calce aerea addizionata con cariche diversificate).

Il materiale lapideo, che costituisce la quasi totalità della facciata, e di tipo "Botticino" appartenente alla formazione geologica della "Corna": si tratta di un materiale da costruzione molto tipico per la zona, si ricava da l'omonimo paese nelle vicinanze di Brescia, ed è una roccia di tipo sedimentario con sviluppo di tipo chimico la cui componente principale,

il carbonato di calcio, ha influenze molto importanti sullo stato di degrado.

Il paramento lapideo infatti, si presenta ricoperto da uno strato di crosta nera composto in prevalenza da particellato atmosferico, più denso e coeso nelle aree protette dal dilavamento delle acque, con presenza di ossidi di piombo nella parte inferiore, dovuti al deposito degli scarichi degli autoveicoli (fino a qualche anno fa ricchi di piombo).

La presenza, nella composizione chimica della roccia, di plaghe di ricristallizzazione di dolomite ha permesso una migliore resistenza all'azione corrosiva delle piogge acide, che tende, per la presenza di acido solforico, ad interagire con il carbonato di calcio del "Botticino" formando gesso: materiale estremamente dannoso e asportabile con conseguente perdita di paramento lapideo.

Questo aspetto influisce positivamente sulla conservazione del bene e permette una migliore garanzia di esecuzione degli interventi di conservazione in quanto la roccia è meglio protetta da inquinamenti e fenomeni degradativi.

Se tutto questo rende più semplice l'intervento di conservazione la presenza di un trattamento finale di rifinitura della pietra rende più complessa l'operazione.

Sulla parte non dilavata dall'acqua e non interessata dalle croste nere infatti, è presente un trattamento superficiale, posteriore alla lavorazione del materiale, con una sostanza organica bianca probabilmente stesa con strato protettivo della pietra.

Questo aspetto del manufatto non ha danneggiato lo strato lapideo sottostante e quindi ha svolto al meglio la probabile funzione a cui era stato delegato e per questo motivo la scelta della conservazione o meno di questa testimonianza storica spetta alla Direzione lavori.

La pietra si presenta in un buono stato di conservazione con la presenza di alcuni cedimenti strutturali, localizzati principalmente nel cornicione marcapiano, ma di limitata estensione e con una generale stabilità chimica.

Il normale degrado di materiale lapideo richiede però interventi di consolidamento di micro-fratture, generalmente estese su tutto il paramento a causa dei normali fenomeni dovuti al ciclo delle stagioni ed all'alternanza freddo – caldo.

Una zona molto degrada del materiale lapideo è posta nella parte inferiore della facciata ed è caratterizzata dalla presenza di graffiti stesi con bomboletta spray con composizione chimica molto invasiva per la conservazione della pietra.

Gli intonaci sono presenti sulle grandi specchiature presenti sia nella parte inferiore che superiore; questi materiali si presentano in pessimo stato di conservazione, ma a differenza di quanto si può pensare a prima vista, i grandi rappezzi facilmente individuabili, non sono in malta cementizia, ma in calce aerea con composizione chimica differente.

La stesura degli strati di malta è avvenuta in due fasi: una prima “mano” con materiale grossolano a formare il cosiddetto “arriccio”: costituito da calce aerea ricca di magnesio ed inerte grossolano (250 microns).

Lo strato di “finitura” presenta invece lo stesso di tipo di legante mescolato con sabbie più fini e strati sovrapposti di colore.

Questo indica che gli interventi di riparazione sono stati eseguiti in epoca successiva alla realizzazione della fabbrica pur utilizzando materiali compatibili sia dal punto di vista chimico che fisico.

La differenziazione delle malte originari con quelle da restauro è riscontrabile nell'uso di un diverso legante: aereo nel caso degli intonaci antichi ed idraulica per quelli nuovi.

La particolarità di questi intonaci è data dal fatto che in alcuni punti sono stati ritrovati lacerti di intonaco colorato: nella cromia delle terre per le specchiatura in basso ed azzurro per quelle in alto.

Questo permette di ricostruire l'aspetto cromatico originario della fabbrica che possedeva una colorazione di tipo aranciato – giallo in basso ed azzurro in alto, mentre oggi, a causa del degrado, presenta un medesimo aspetto spento.

Dal punto di vista conservativo gli intonaci si presentano tutti fortemente incoerenti dal punto di vista realizzativo, per uso di pietre da calcinazione fortemente argillose: condizione che produce una malta friabile e difficilmente conservabile.

Lo stesso fenomeno ha impedito, unito al forte dilavamento della facciata, un aggancio sufficiente tra intonaco e substrato, favorendo una situazione di generale distacco di tutti i paramenti di rifinitura, con rischio di parziale (vedi introduzione) o totale distacco.

Interventi consigliati

Per la conservazione della pietra è necessario procedere ad un accurata pulitura dalle croste nere che, alla lunga rischiano di deteriorare, il substrato originario.

In questa fase è da ricordare che prima di scegliere in grado di pulitura da conseguire bisogna decidere se mantenere o rimuovere lo strato di sostanza organica presente: decisione che come detto dipende dalla Direzione lavori, ma che si consiglia di lasciare in loco in quanto, a nostro parere, non pregiudizievole dello stato di conservazione.

Si suggeriscono qui di seguito tre gradi di pulitura con effetti e risultati estetici e visivi diversificati.

Lavaggio con acqua deionizzata e nebulizzata ed eventuali impacchi di cellulosa:

questo tipo di trattamento è quello probabilmente di minor costo e di più facile realizzazione, ma presenta una serie di inconvenienti che non sempre trovano approvazione da parte degli organi proposti alla vigilanza del bene.

Si tratta di lavare il paramento con dell'acqua deionizzata "spruzzata" a bassissima pressione sul paramento in modo da sciogliere la crosta, da eliminare poi con blandi trattamenti meccanici (spazzolatura); qualora questo non fosse sufficiente si procede alla realizzazione di impacchi ammorbidienti realizzati con un impasto di acqua deionizzata e pasta di cellulosa (Sepiolite) lasciata in opera alcune ore e successiva blanda rimozione meccanica.

Questo tipo di trattamento è difficilmente controllabile anche da parte di un bravo operatore e quindi rischia di far perdere quel trattamento superficiale di cui si è accennato precedentemente; anche da punto di vista visivo si ottiene un effetto di superficie "troppo pulita" che attualmente risulta abbastanza sgradevole.

Un altro inconveniente è la difficoltà di controllare l'ambiente in cui si compie l'operazione e quindi è possibile che l'acqua usata per il trattamento ruscelli sul manufatto causando ulteriori danni agli intonaci già gravemente compromessi.

Durante l'operazione inoltre, si crea un ambiente fortemente carico di acqua che si diffonde all'ambiente esterno al cantiere con conseguenze difficilmente controllabili.

Pulitura con micro - sabbiatura a rotazione (JOS o Rotec):

questo tipo di trattamento utilizza uno strumento chiamato Jos o Rotec che è in grado di creare un flusso d'acqua e particelle abrasive (sabbia o altro) che però presentano un andamento elicoidale, impattando sulla superficie da pulire con andamento quasi parallelo: a differenza della

vecchia sabbiatura (particelle ad impatto verticale) questo tipo di operazione è meno invasiva.

Utilizzando questo strumento ed un buon operatore è possibile mantenere lo strato di rifinitura in materiale organico e ottenere un effetto cromatico della facciata meno “pulito” e quindi più accettabile.

Gli inconvenienti di questo metodo, oltre al costo maggiore rispetto al precedente, è la difficoltà a mantenere intatto lo strato di finitura e la creazione di un ambiente di lavoro, esterno ed interno a cantiere, fortemente inquinante per la presenza di movimenti sabbiosi.

Pulitura con micro - sabbiatrice e rifinitura a laser:

questo metodo permette di conservare per intero lo strato di finitura organico superficiale e trova un riscontro positivo nell'attuale dibattito sulla conservazione dei beni monumentali infatti, è stato utilizzato dalla Soprintendenza di Brescia, Cremona e Mantova per la pulitura della facciata della loggia.

Con un trattamento di micro - sabbiatura si abbassa il tono della crosta che viene successivamente rimosso con un apparecchiatura a laser che letteralmente “dissolve” il degrado: il laser è in grado di distinguere, per riconoscimento cromatico, la crosta dal trattamento di rifinitura e quindi può essere tarato per eliminare solo la prima, anche in caso di condizioni difficili ed esposizioni sbagliate.

Il contro di questa operazione è l'alto costo, ma permette una conservazione minimamente invasiva e rispettosa delle condizioni chimico - fisiche di tutto il monumento realizzando un effetto di “non troppo pulito” indice di un ottimo intervento mirato ad eliminare solo le cause di degrado di un manufatto lasciando inalterate le tracce dello scorrere del tempo.

Per quando riguarda il resto delle operazioni da compiere sulla pietra queste rientrano nella normale prassi della conservazione e non

necessitano di scelte da parte della Direzione lavori sul grado di intervento.

Il pessimo grado di conservazione degli intonaci, legato alla scoperta della colorazione originali, richiede una serie di decisioni da parte della Direzione lavori in merito al grado di trattamento da eseguire.

Innanzitutto è stato scoperto che tutti gli intonaci sono in malta di calce e quindi non è più necessaria la rimozione di quei rappezzi che si pensavano inizialmente in cemento per cui si può procedere anche ad un eventuale recupero *“tout court”* dello stato originario della stratificazione storica del bene; qui di seguito saranno elencati dei possibili gradi di trattamento partendo da quello più *“filologicamente”* adeguato ad altri che richiedono una scelta meno conservativa, ma comunque giustificabile dalle condizioni di ammaloramento del substrato.

conservazione integrale:

mediante ricorso ad un massiccio intervento di micro-iniezioni è possibile fare ri-aderire tutto l'intonaco al substrato.

Per fare questo è necessario iniettare, mediante la previa pulitura dello spazio libero antistante lo strato di intonaco, una miscela di calce idraulica opportunamente addizionata e liquida mediante siringa; dove le *“spanciature”* sono troppo *“piombanti”* si dovrà, mediante delicata pressione, fare rientrare le deformazione per poi procedere come sopra.

Tutto l'intonaco così ri-adeso allo strato sottostante sarà chimicamente ri-aggregato con la stesura di acqua di calce in funzione di blando consolidante.

Questo trattamento è difficilmente eseguibile per quelle parti di intonaco che si presentano fortemente spanciate e decorse ed è inoltre difficile garantirne il risultato.

conservazione integrale e messa in luce dei colori originari:

mediante ricorso ad un massiccio intervento di micro-iniezioni è possibile fare ri-aderire tutto l'intonaco al substrato ed in seguito è possibile rimuovere gli strati sovrapposti al colore così da far apparire quelle tracce di tintura originale ancora presenti.

In seguito alla comparsa dei colori originari bisogna consolidare l'intonaco iniettando, mediante la previa pulitura dello spazio libero antistante lo strato di intonaco, una miscela di calce idraulica opportunamente addizionata e liquida mediante siringa; dove le "spanciature" sono troppo "piombanti" si dovrà, mediante delicata pressione, fare rientrare le deformazione per poi procedere come sopra.

Si dovrà poi procedere al trattamento del colore riemerso con le normali tecniche di interventi su affreschi.

Questa operazione risulta di difficile realizzazione e non garantisce un effettivo effetto estetico (come è lo stato della pittura?, si può consolidare? ecc.): per questo motivo è scarsamente consigliabile e difficilmente si può ottenere un aspetto consono al bene.

conservazione integrale e rifacimento lacune:

mediante ricorso ad un massiccio intervento di micro-iniezioni è possibile fare ri-aderire tutto l'intonaco al substrato.

Per fare questo è necessario iniettare, mediante la previa pulitura dello spazio libero antistante lo strato di intonaco, una miscela di calce idraulica opportunamente addizionata e liquida mediante siringa

Nel caso delle spanciature e dei vasti rappezzi di intonaco è possibile valutare con la locale Soprintendenza la necessità di procedere al rifacimento degli stessi mediante malte di calce idrauliche opportunamente addizionate per renderle omogenee a quelle limitrofe e prive di sali solubili e cemento.

Questa operazione mantiene visivamente l'aspetto dello stato attuale (specchiature con rappezzi) e può essere accettata dalla Soprintendenza, concordando una mappatura puntigliosa, in quanto lo stato

conservativo dell'intonaco è veramente precario ed è molto difficile garantire il successo del primo trattamento qui descritto.

Tutto l'intonaco così ri-adeso allo strato sottostante sarà chimicamente ri-aggregato con la stesura di acqua di calce in funzione di blando consolidante.

eventuale tinteggiatura:

per tutte le operazioni precedentemente descritte è possibile valutare l'opportunità di ristabilire l'apparato cromatico originario mediante tinteggiatura nei colori evidenziati dalle prove diagnostiche.

L'operazione andrà concordata con la locale Soprintendenza e verrà eseguita con la stesura di latte di calce opportunamente colorato steso su tutto l'intonaco interessato.



A handwritten signature in blue ink, written over the bottom portion of the stamp. The signature is fluid and appears to be the name of the studio's representative.

- Allegato: *Indagini di laboratorio*

PREMESSA

In questa sede vengono riportati i risultati delle indagini condotte su campioni di materiale lapideo naturale (rocce) e artificiale (intonaci) prelevato dalla facciata della chiesa di S.Maria a Chiari (Brescia)

Lo scopo del presente studio consiste nella caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica dei materiali presenti, delle eventuali patine o finiture cromatiche e nella definizione dello stato di degrado, al fine di procedere ad una mirata e corretta esecuzione dell'intervento conservativo che riguarderà l'edificio in oggetto.

La tabella sottostante riporta la tipologia dei campioni e le indagini eseguite.

Sigla	TIPOLOGIA	CS05	CS06	EDS01	UV	SAL01
1	Intonaco	X		X	X	
3	Pietra		X	X	X	
4	Intonaco					X
5	Pietra					X
6	Intonaco					X
9	Intonaco	X		X	X	
10	Intonaco	X		X	X	
15	Intonaco	X		X	X	
17	Intonaco	X		X	X	
18	Crosta nera					X
19	Pietra		X	X	X	
20	Pietra		X	X	X	
21	Pietra		X	X	X	
24	Intonaco	X		X	X	

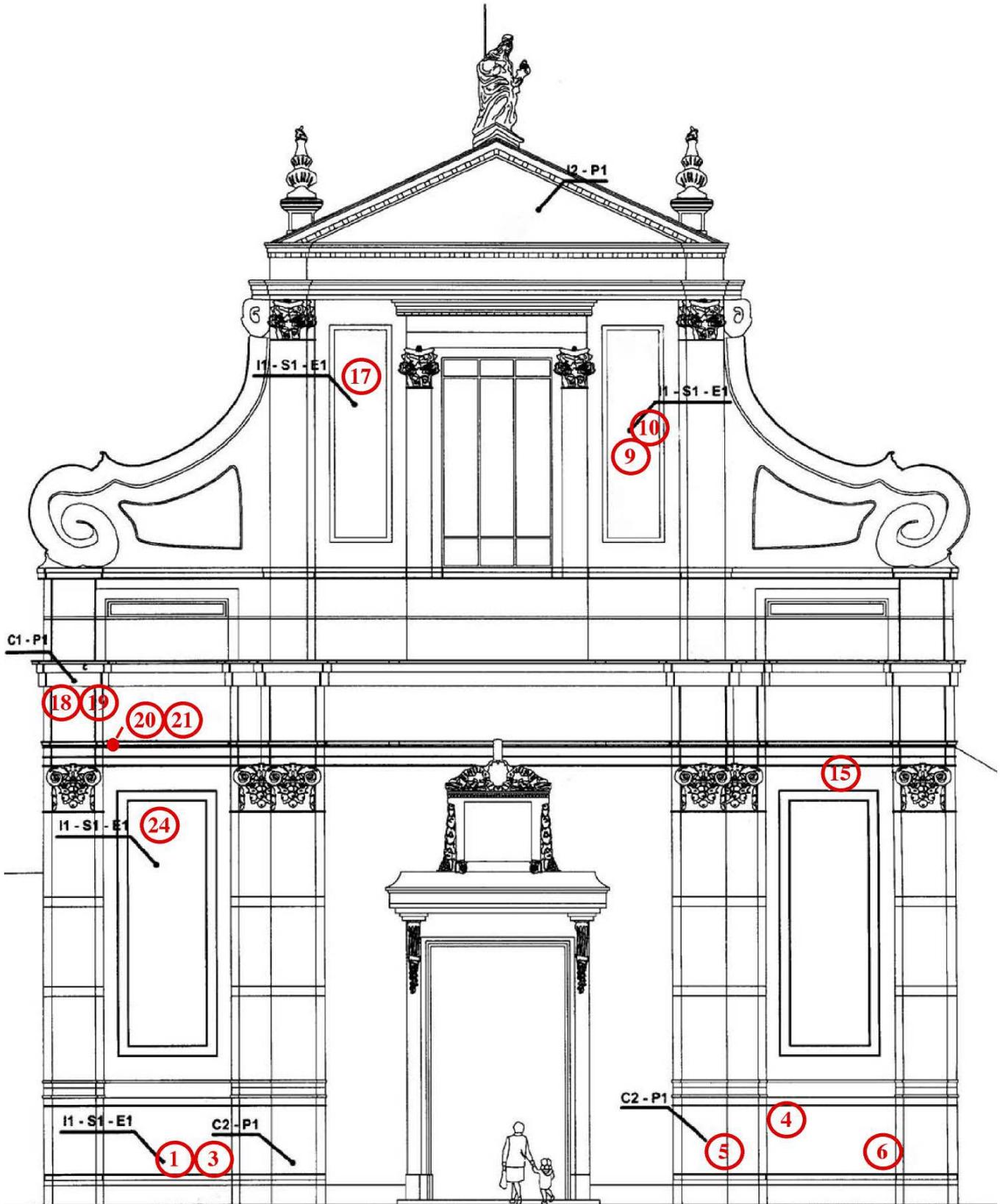
SS01= Allestimento e studio al microscopio ottico in luce polarizzata trasmessa di sezione sottile trasversale per la caratterizzazione di materiali lapidei artificiali (intonaci, stucchi...), con documentazione fotografica secondo NORMAL 12/83

EDS01= Analisi con microscopio elettronico a scansione corredato di microsonda elettronica a dispersione di energia (SEM+EDS)- (analisi chimica elementare) su sezione già allestita

SAL01= dosaggio dei sali solubili con determinazione di conducibilità, cloruri, nitrati, solfati (NORMAL 13/83)

UV= osservazione al microscopio in luce UV

SS02= Allestimento e studio al microscopio ottico in luce polarizzata trasmessa di sezione sottile di materiali lapidei naturali (rocce), con classificazione petrografica e documentazione fotografica secondo NORMAL 10/82



COMMENTO ALLE ANALISI

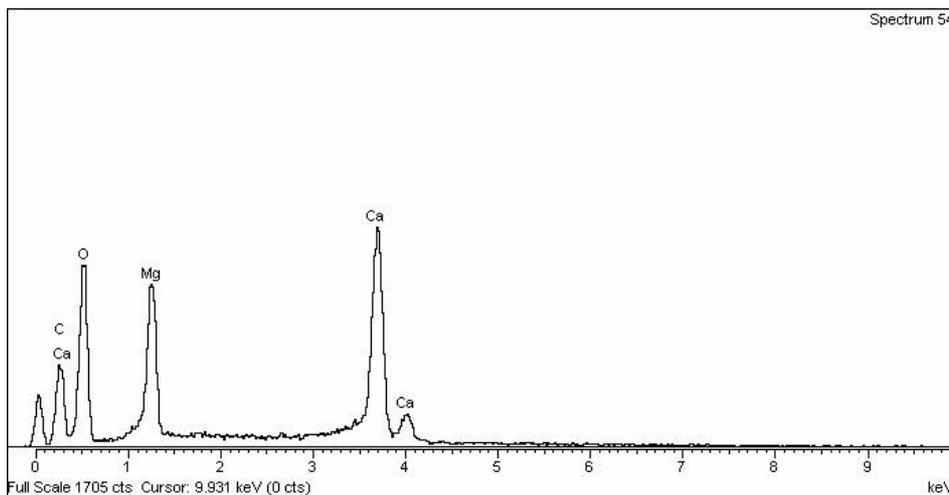
Pietre

Campioni 3,19,20,21

I campioni a livello macroscopico, possiedono tessitura molto fine ed un colore che, valutato sulla frattura fresca, è generalmente bianco con sporadiche venature gialle; la superficie esposta agli agenti atmosferici, invece, presenta una colorazione spesso dal grigio al nero, dovuta alla patina di deposito del particolato atmosferico, che sarà oggetto di trattazione nel seguente paragrafo.

Essi rientrano tutti nella classe delle rocce carbonatiche microcristalline, classificate come *micriti* in senso lato, dove il carbonato di calcio costituisce appunto la componente totale del litotipo.

Esclusivamente nel campione n.21 sono state rinvenute plaghe di ricristallizzazione di dolomite.



Spetto composizionale EDS di una plaga di dolomite nel campione n.21

I tratti caratteristici che accomunano i campioni sono la presenza di sottili venature ("stiloliti") disposte in modo casuale riempite da calcite macrocristallina e che rappresentano il risultato delle deformazioni subite della formazione geologica durante le fasi orogenetiche e che pertanto, sono strutture secondarie (posteriori alla sedimentazione).

In particolare i campioni n.3 e 20 contengono percentuali di bioclasti inferiori al 10% hanno una tessitura globulare per la presenza di pellets e bioturbazioni e contengono intraclasti con

ooliti immersi in matrice spatitica. I campioni 19 e 21 invece sono più omogenei e contengono solo sporadici e piccoli intraclasti spatitici.

Queste due tipologie litologiche, benchè composizionalmente analoghe, sono però riferibili a differenti ambienti originari di formazione e quindi potrebbero provenire da due diverse aree di estrazione o da differenti orizzonti.

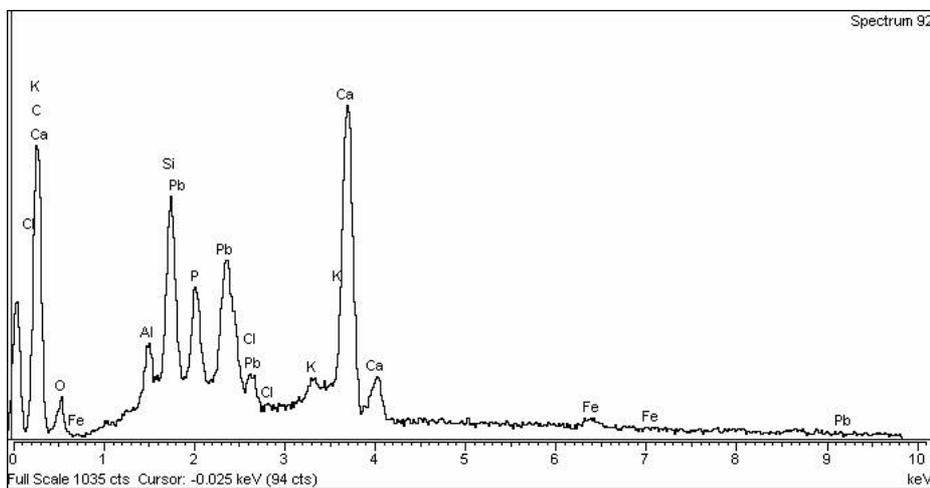
Relativamente alla loro ubicazione e a dati bibliografici, le caratteristiche sopra riportate rendono compatibile la pietra impiegata con un materiale tipo "Botticino" che viene approvvigionato da bancate appartenenti alla formazione geologica del Giurassico inferiore nota come "Corna".

Patine e croste nere sulle pietre

Campioni 3,19,20,21

Le patine riscontrate presentano caratteristiche diverse da campione a campione e risentono della loro ubicazione e della loro maggiore o minore esposizione agli agenti atmosferici.

Sulla superficie del campione n.3 prelevato all'altezza del marciapiede, è stata riscontrata la presenza localizzata di una patina composizionalmente complessa e ricca in piombo, che verosimilmente è da associare al deposito originato dai fumi di scarico prodotti dal traffico veicolare.



Spetto composizionale EDS della patina presente sulla superficie del campione n.3

Anche il campione n. 20 presenta un sottile e discontinuo livello contenente particellato di natura atmosferica; la superficie è lineare e non interessata dai caratteristici golfi di corrosione dovuti a dissoluzione del carbonato di calcio e indica un buono stato di conservazione, probabilmente attribuibile anche alla natura dolomitica della ricristallizzazione che rende tale roccia più resistente nei confronti dell'attacco delle piogge acide.

Vale comunque la pena specificare che l'area del prelievo del campione n.20 è esposta al dilavamento delle acque meteoriche, il quale ha agito in una duplice direzione, da un lato asportando probabilmente il trattamento organico presente nei campioni n.19 e 21 provenienti da aree limitrofe ed impedendo dall'altro l'accumulo di "croste nere".

Infatti i campioni n. 19 e 21 presentano entrambi un livello di natura organica anche di spessore notevole (fino a 300 microns) ben visibile tramite osservazione con luce UV,

associato a particolato carbonioso di natura atmosferica. Si tratterebbe quindi di un trattamento eseguito sulla pietra che, trovandosi in posizione protetta rispetto al dilavamento, è andato incontro al processo di formazione di una patina tipo "crosta nera".

Va specificato però che non è stata riscontrata la presenza di gesso, spesso presente nelle "croste nere" e tipico prodotto da alterazione della pietra carbonatica.

Intonaci: composizione

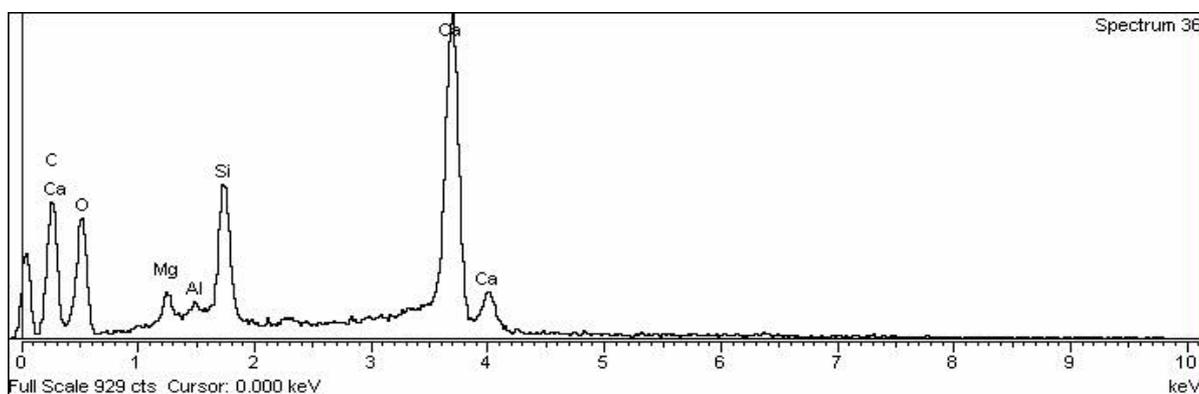
Campioni 1, 9,15,17,24

Le osservazioni condotte sugli inerti dei campioni di malta permettono di concludere che essi variano relativamente poco tra campione e campione; la composizione è data da percentuali circa simili di quarzo sia mono che policristallino e frammenti di rocce carbonatiche e dolomitiche.

Da questo quadro si discostano il campione n.24 costituito da frammenti di dolomie ed una calce aerea ricca in magnesio e il campione n.17 che, realizzato con un legante idraulico e sabbia prevalentemente quarzosa, rappresenta verosimilmente un'integrazione riferibile ad un intervento manutentivo.

La granulometria fa rientrare l'inerte nella classe delle sabbie da fine a grossolane andando da 250 microns al millimetro di diametro ; sempre relativamente alla sabbia si riscontra una scarsa classazione.

Il legante è costituito da calce contenente impurità, che possono essere attribuite all'utilizzo di un calcare argilloso come pietra da calce, ipotesi questa confermata nei campioni analizzati al SEM.



Spettro composizionale EDS del legante nel campione n.17

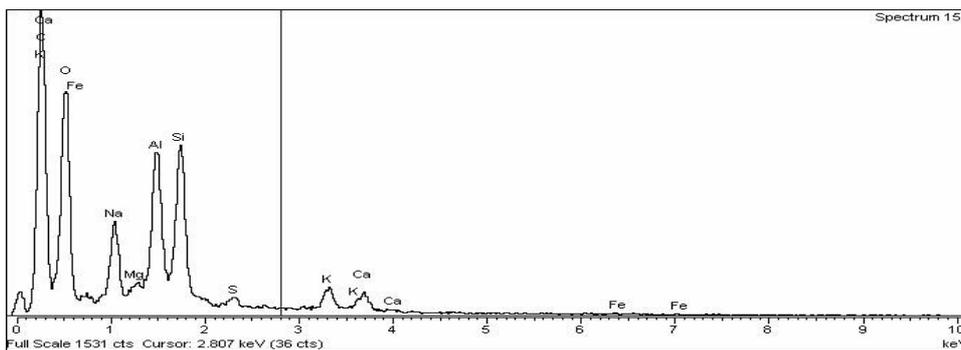
Relativamente allo stato di conservazione si osserva, soprattutto relativamente ai campioni n. 1 e 15 un diffusa fessurazione responsabile della scarsa coesione d'insieme.

Intonaci: microstratigrafia e cromie

Campioni 1, 9,10,15,17

Il quadro relativo alle finiture cromatiche è piuttosto articolato; i campioni n.1, 15 e 24 presentano una maltina bianca (denominata "rasatura" nelle schede) realizzata con una calce aerea magnesiaca e frammenti di rocce dolomitiche. Lo spessore va dal millimetro fino a 4 millimetri nel campione 24; quest'ultimo in particolare presenta un'ulteriore finitura gialla a tempera scarsamente conservata, ottenuta con pigmenti tipo "terre".

I campioni n.9 e 10 provengono dal riquadro destro del frontone superiore. Il primo possiede una finitura azzurra a calce ottenuta con pigmenti tipo "oltremare artificiale" di spessore intorno ai 100-200 microns.



Spettro composizionale EDS dell'oltremare analizzato nel campione n.9

Il campione n.10 invece presenta due finiture cromatiche: quella inferiore è di colore bianco a base di calce e dalle caratteristiche compatibili con un livello di preparazione.

Essa è rivestita da una pellicola di colore beige, scarsamente conservata, realizzata sempre a calce e contenente pigmenti tipo "terre" e "nero carbone".

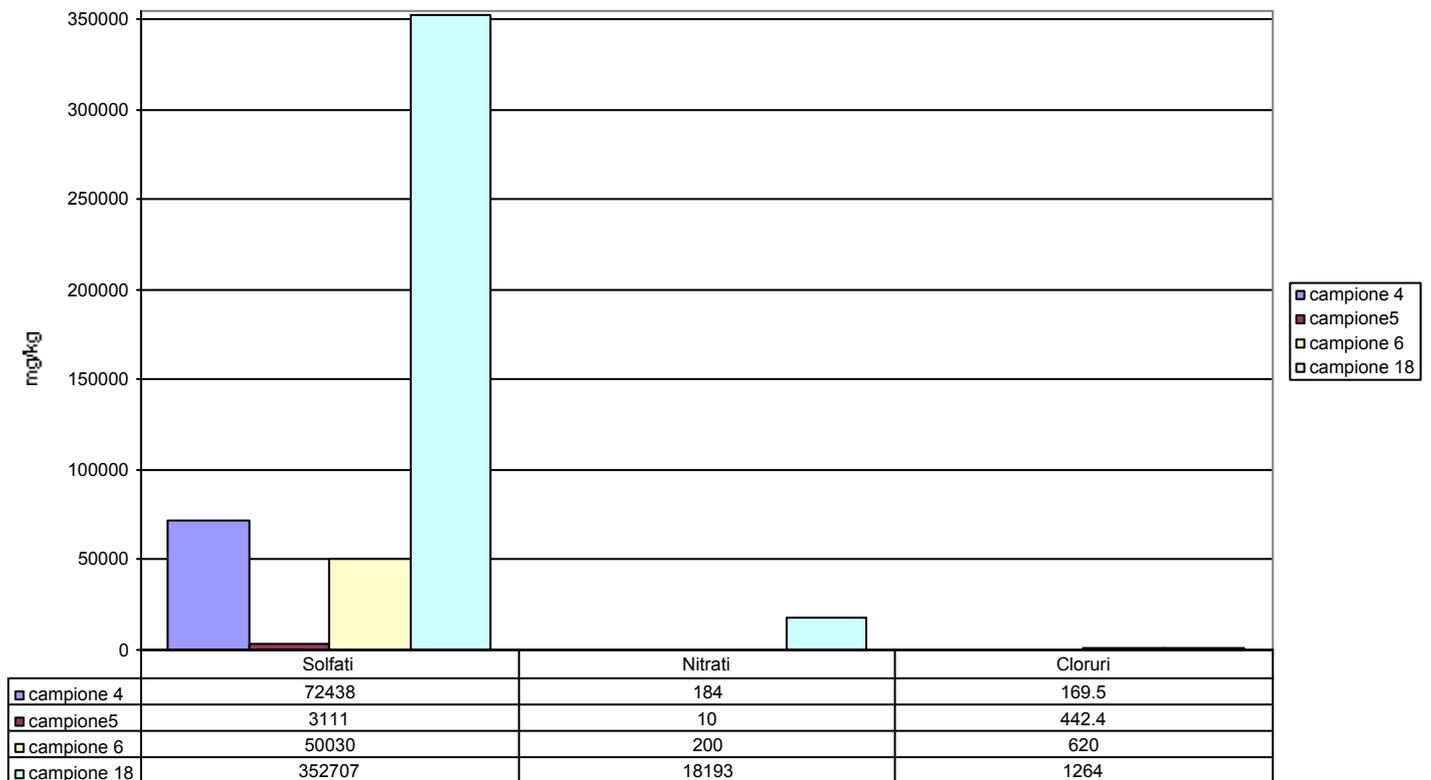
Sali solubili

Campioni 4,5,6,18

Al fine di indagare lo stato di conservazione delle malte sotto il profilo dei sali solubili presenti, si è proceduto alla determinazione dei solfati, nitrati e cloruri.

Dai risultati emergono valori di nitrati e cloruri relativamente bassi in tutti e tre i campioni. I solfati invece rappresentano la specie salina più importante soprattutto nel campione n.18 che costituisce un frammento di crosta nera prelevato da un cornicione in pietra, dove si raggiunge un contenuto di 35%. Di minor entità (7.5 e 5 %) sono quelli rinvenuti nei due campioni n.4 e 6 prelevati in basso, mentre trascurabile è il valore riscontrato nel campione n.5.

Sali solubili



Considerazioni conclusive

In base ai risultati sopra esposti si può riassumere quanto segue:

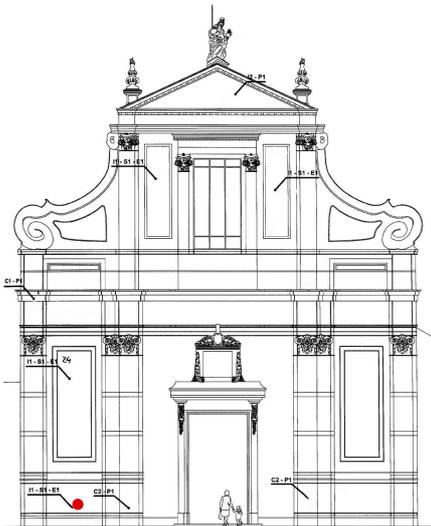
- i litotipi impiegati appartengono ad una roccia carbonatica microcristallina ("micrite"), localmente interessata da ricristallizzazioni dolomitiche, compatibile con un litotipo tipo "Botticino"
- sulla superficie dei campioni non esposti al dilavamento è presente una pellicola organica (trattamento protettivo?) associata a grani carboniosi di deposito atmosferico ("crosta nera")
- sulla superficie di quelli interessati da dilavamento, tale pellicola è assente e si rinviene solo il deposito atmosferico sottile e discontinuo
- le malte sono realizzate con una sabbia medio-grossolana in egual misura carbonatica e quarzosa miscelata ad un legante aereo ma ricco di impurità argillose interessato localmente da fratturazione
- il campione n.17 presenta una composizione diversa, è molto tenace e rappresenta un frammento proveniente da una probabile integrazione di intonaco
- le cromie sono tutte a calce ad esclusione di quella rinvenuta sul campione n.24 e sono costituite da una maltina bianca di calce e sabbia fine dolomitica (campioni 1,15,24) da una finitura azzurra a calce e pigmenti tipo "oltremare artificiale" (campione n.9) e da una beige con "terre" e "nero carbone"
- i solfati rappresentano la specie salina dominante e la loro presenza è elevata soprattutto nelle "croste nere" (campione n.18)

Dott. Giovanni Michiara

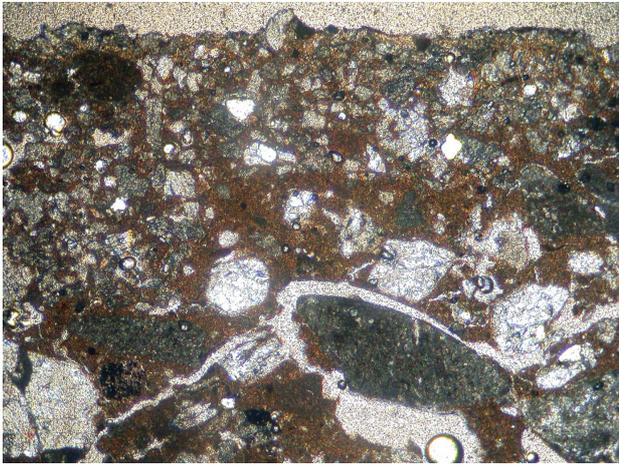
Dott.ssa Chiara Pezzani

MICROSTRATIGRAFIE

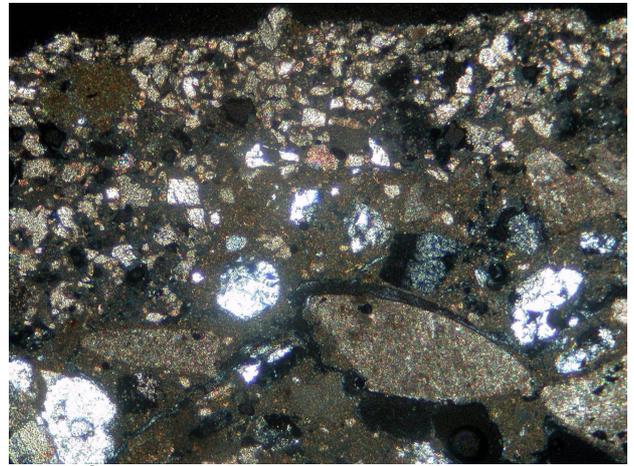
ubicazione del prelievo		Zoccolo	
spessore campione		8	mm
colore superficiale (Munsell)		da N.9 white a 10HR 8/2 very pale orange	
INTONACO	legante	calce aerea ricca di impurità argillose	
	granulometria inerte	sabbia da fine a grossolana (diametro medio =125 microns-1 mm)	
	composizione inerte	quarzo	+++
		feldspati	+
frammenti di rocce*		+++	
consistenti prevalentemente in frammenti di carbonati micritici		porosità	bassa (<20%)
		coesione*	friabile
		addensamento inerte/legante*	40%
		*valutazione secondo Normal 12/83	
FINITURE SUPERFICIALI	composizione (SEM)	colore *	spessore
	1 rasatura di calce e sabbia dolomitica	bianco	1-2 mm
*(valutazione interpretativa effettuata in sezione sottile)			



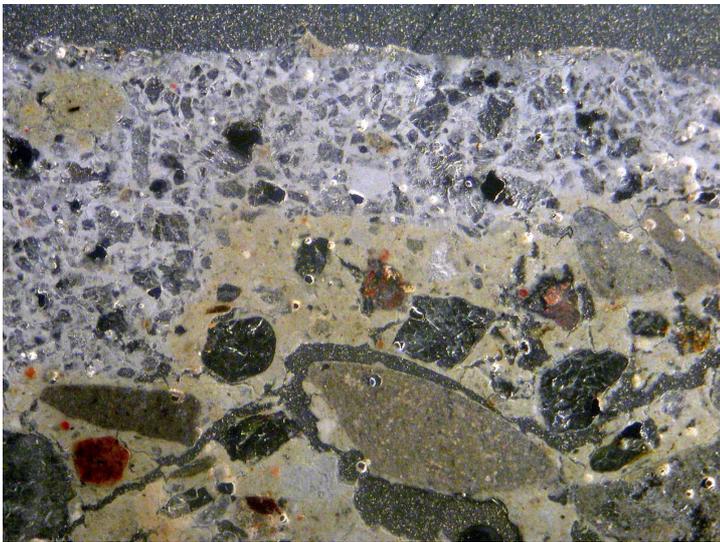
Ubicazione del prelievo



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 1 (20X - nicols paralleli)

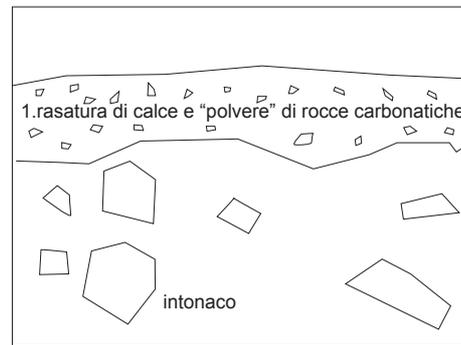


Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 2 (20X - nicols incrociati)

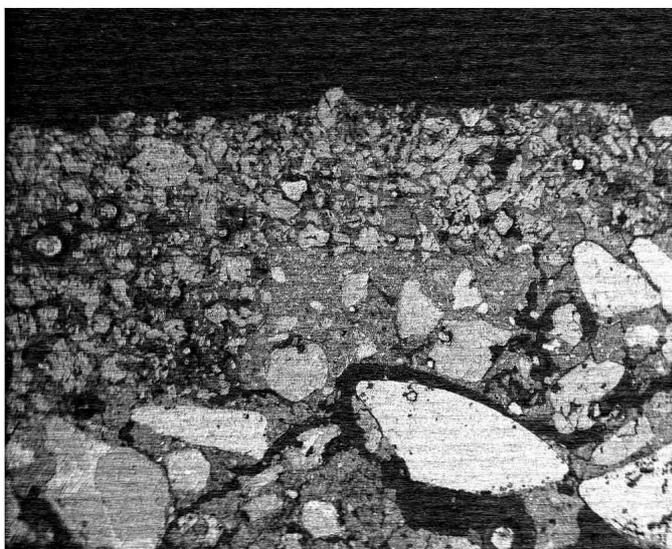


Microfoto a luce riflessa del campione 1 (50X)

1 mm



Schema interpretativo



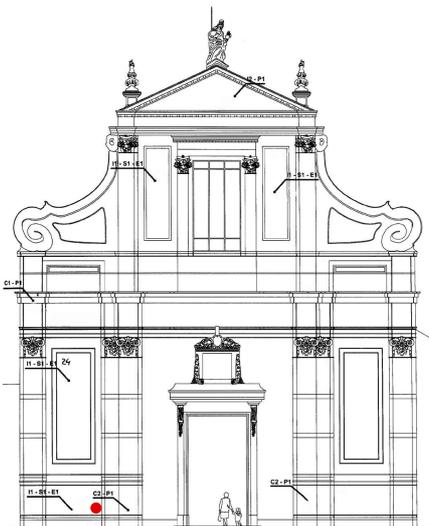
2mm

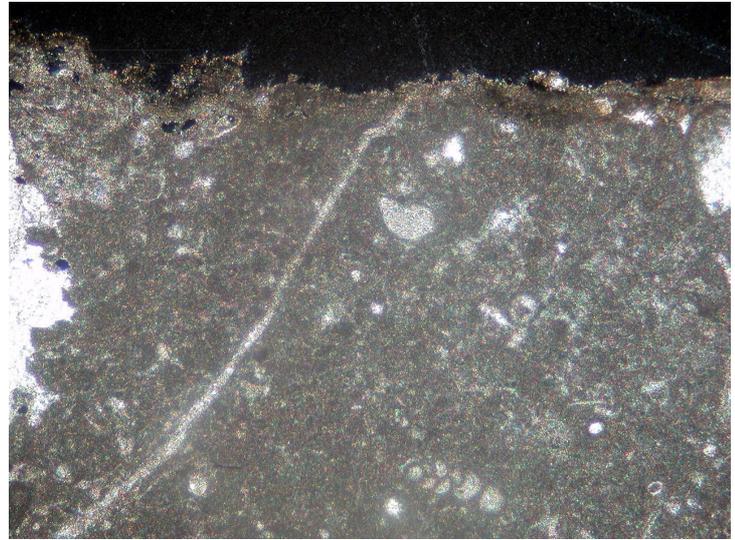
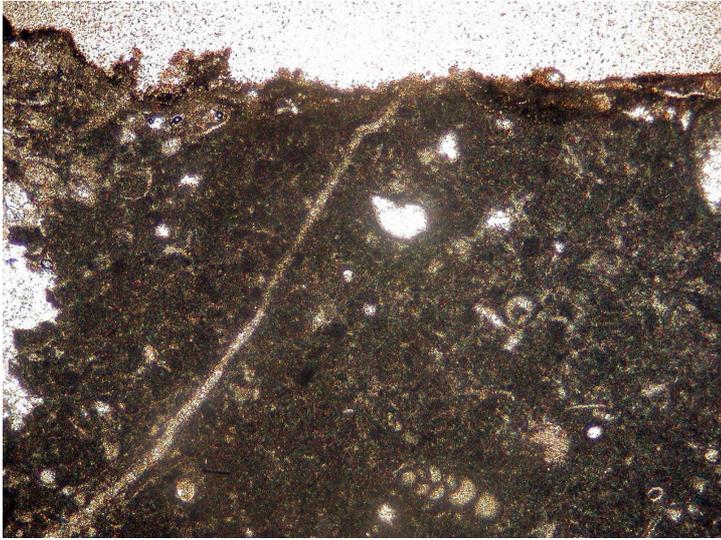
Immagine al SEM

Campione N 3

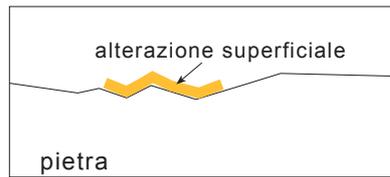
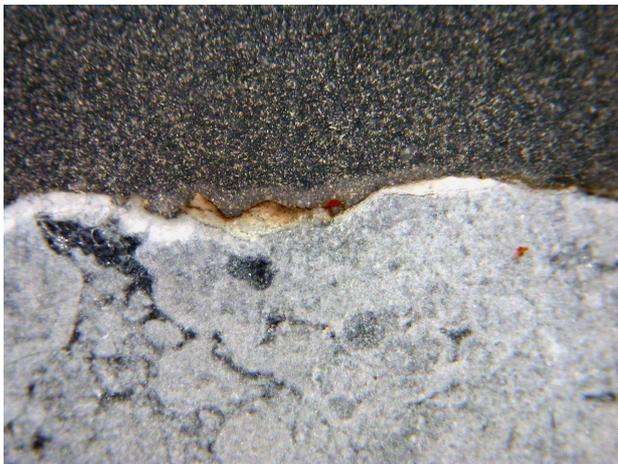
Analisi effettuate **SS02** **EDS01**

ubicazione	Zoccolo	spessore campione	3	mm
colore superficiale (Munsell)	5YR 4/1 brownish gray			
classificazione litologica	roccia carbonatica microcristallina (micritica) .tipo "Botticino" Giurassico inferiore <i>Micrite fossilifera</i> (Folk1962), <i>Mudstone</i> (Dunham 1962)			
bioclasti	rari intraclasti tipo foraminiferi bentonici e pellet			
composizione (SEM)		colore * spessore		
patina superficiale	ossidi di piombo e deposito da inquinamento atmosferico	bruno	0-120	µm





microfoto in sezione sottile in luce polarizzata trasmessa del campione n.3 (13X-nicols paralleli e incrociati)



microfoto in luce riflessa

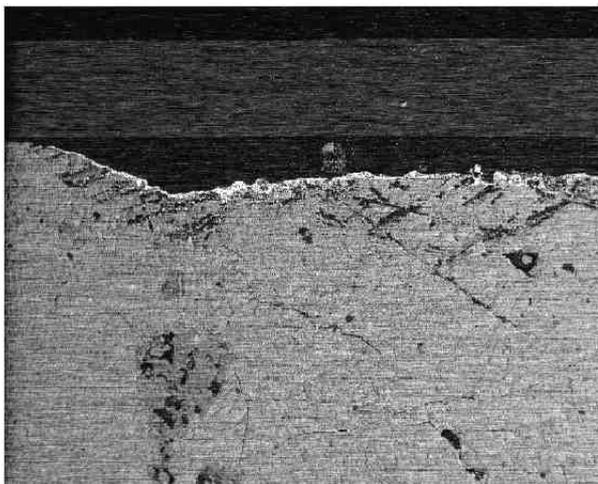


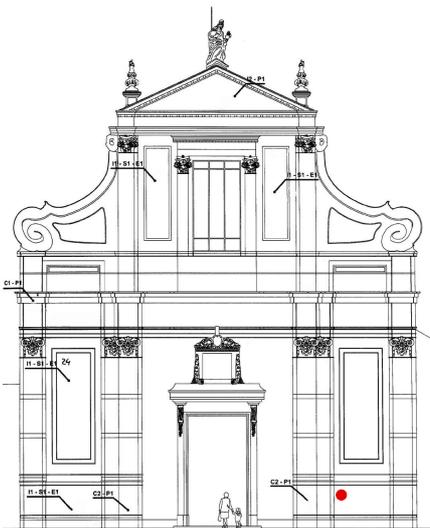
Immagine al SEM

1mm

Campione N 4

Analisi effettuate **SAL01**

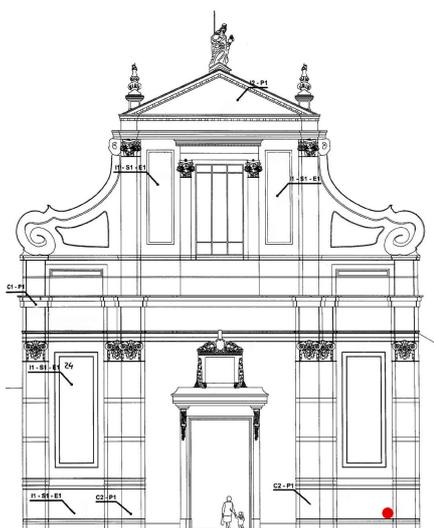
tipologia campione	zoccolo	
SALI SOLUBILI	conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}^3$)	186.6
	solforati (mg/kg)	72438
	nitratati (mg/kg)	184
	cloruri (mg/kg)	169.5



Campione N 6

Analisi effettuate **SAL01**

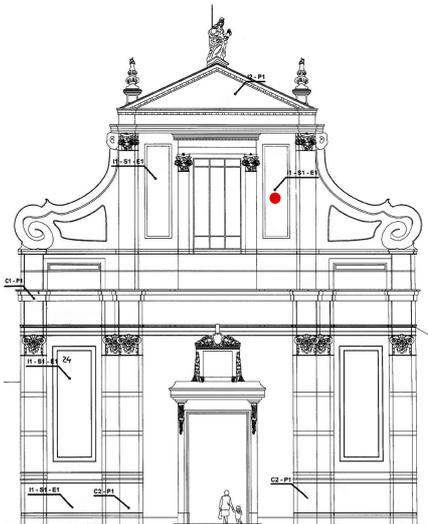
tipologia campione		zoccolo	
SALI SOLUBILI	conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}^3$)	137.5	
	solforati (mg/kg)	50030	
	nitratati (mg/kg)	200	
	cloruri (mg/kg)	620	



Campione N 9

Analisi effettuate **CS05** **EDS01**

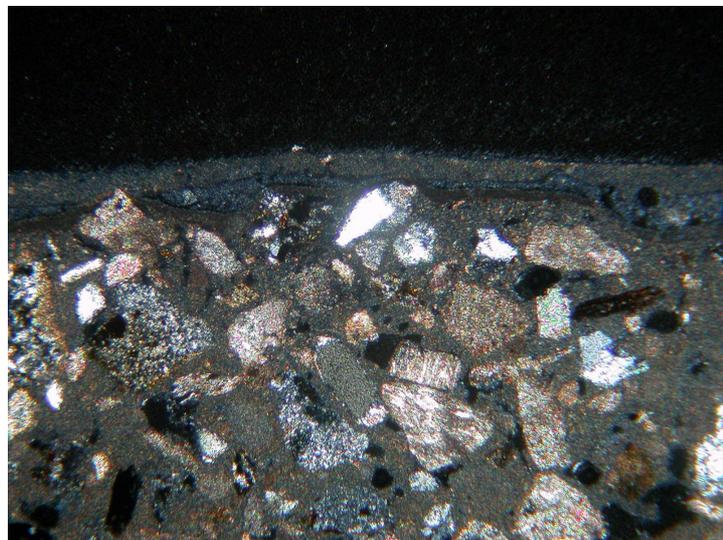
ubicazione del prelievo		riquadro destro frontone		
spessore campione		3 mm	colore superficiale (Munsell) da 9 white a 8 grey	
INTONACO	legante	calce aerea ricca di impurità argillose		
	granulometria inerte	sabbia da fine a media (diametro medio =125 -500 microns)		
	composizione inerte	quarzo	+++	porosità* bassa (<20%)
		feldspati		
frammenti di rocce*		++++		
			coesione* friabile	
			addensamento inerte/legante* 50%	
		*consistenti prevalentemente in frammenti di carbonati e subordinatamente da peliti e siltiti		
		*valutazione secondo Normal 12/83		
FINITURE SUPERFICIALI	composizione (SEM)	colore *	spessore	
	1. calce e pigmenti azzurri tipo "oltremare artificiale"	azzurro	100-200 μm	
*(valutazione interpretativa effettuata in sezione sottile)				



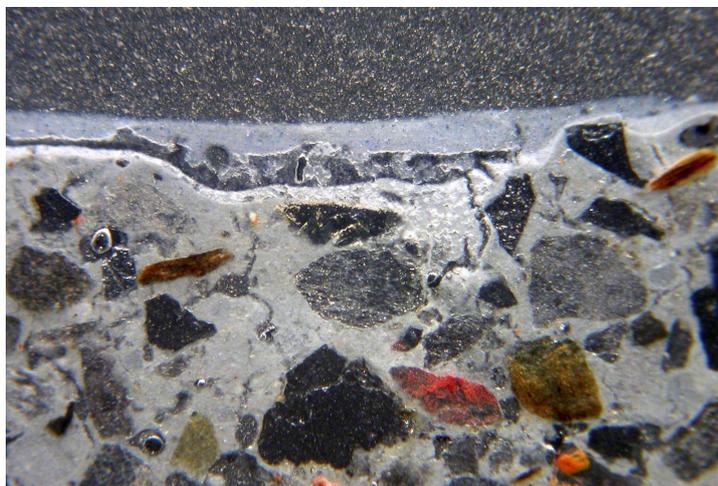
Ubicazione del prelievo



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 9 (37X - nicols paralleli)

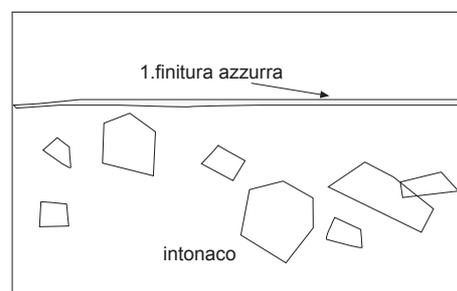


Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 9 (37X - nicols incrociati)

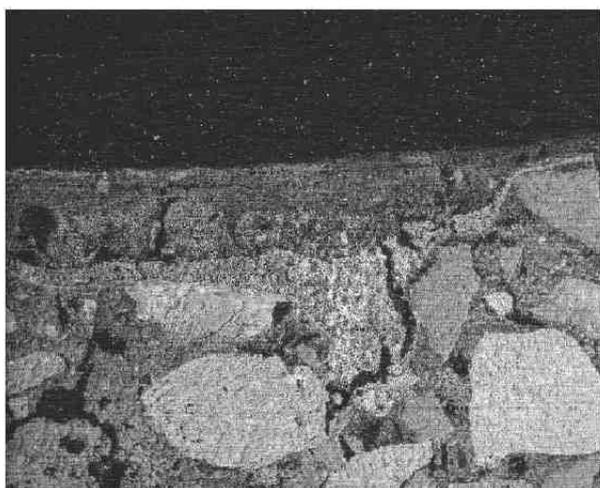


200µm

Microfoto a luce riflessa del campione 9 (37X)



Schema interpretativo



700µm

Immagine al SEM

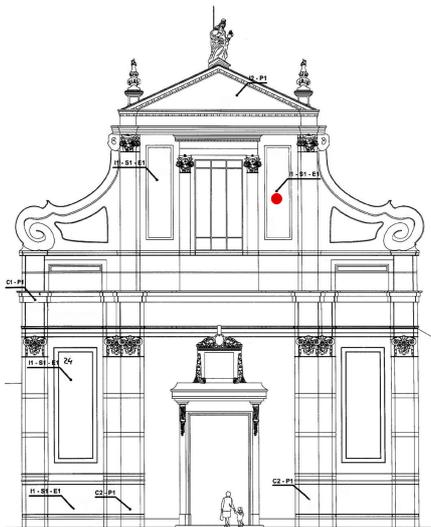
Campione N 10

Analisi effettuate

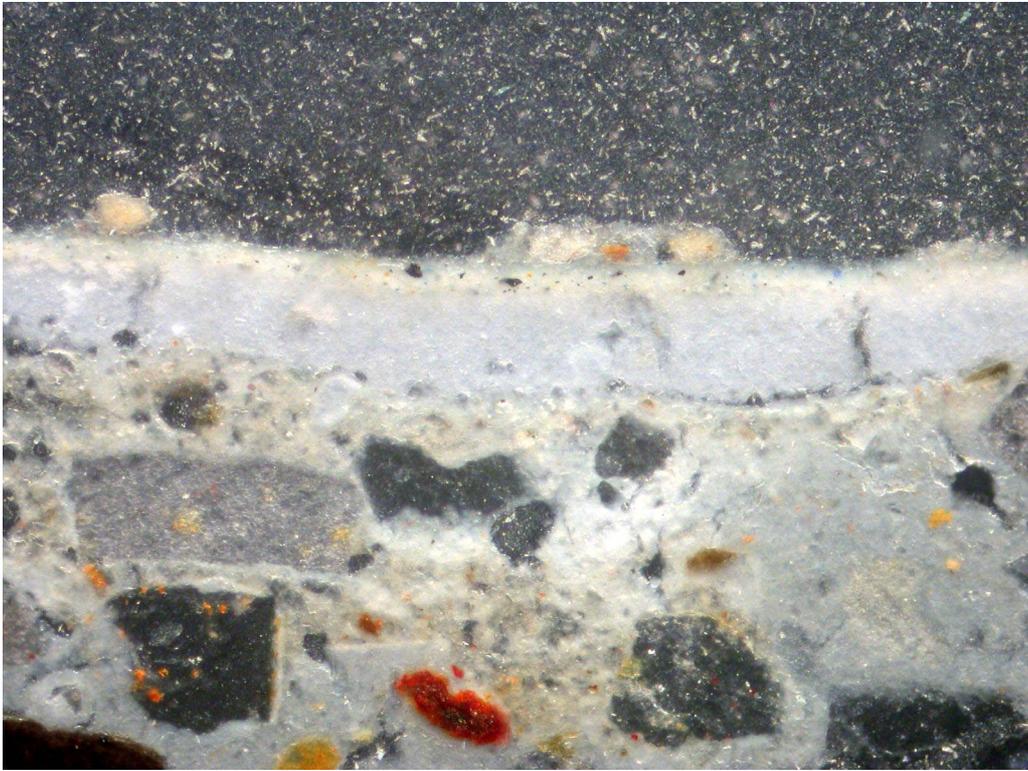
CS02

EDS01

ubicazione del prelievo <input type="text" value="riquadro destro frontone"/>			
spessore campione <input type="text" value="2"/> mm		Colore (Munsell) <input type="text" value="da 8 white a 10YR8/2 very pale orange"/>	
SUPPORTO	tipologia <input type="text" value="intonaco (non indagato)"/>		
FINITURE SUPERFICIALI	composizione	colore *	spessore
	2. <input "nero="" carbone"="" e="" terre"="" type="text" value="calce, "/>	<input type="text" value="beige"/>	<input type="text" value="0-50"/> μm
	1. <input type="text" value="calce"/>	<input type="text" value="bianco"/>	<input type="text" value="250-300"/> μm
*(valutazione interpretativa effettuata in sezione trasversale)			

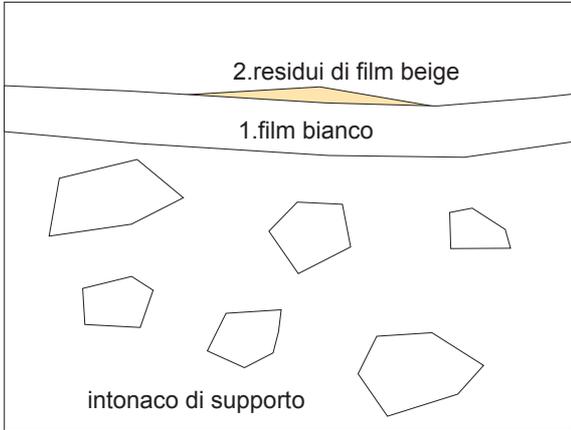


Ubicazione del prelievo

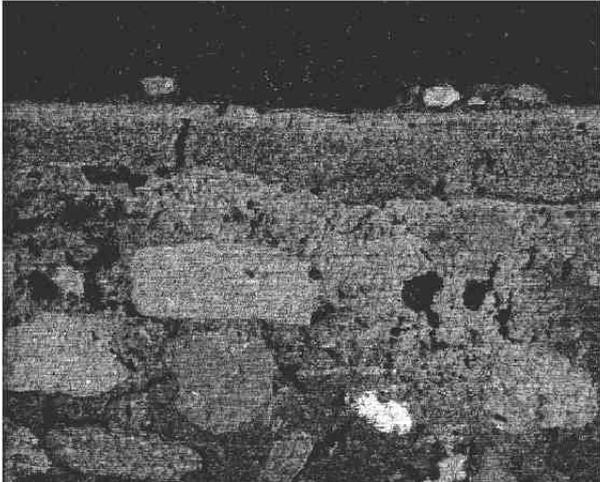


500 μm

Microfoto a luce riflessa del campione 10 (95X)



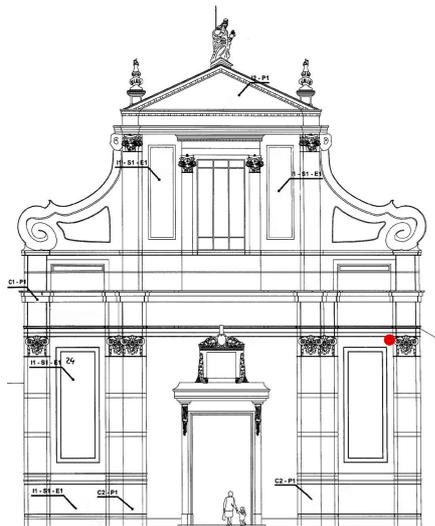
Schema interpretativo



600 μm

Immagine al SEM

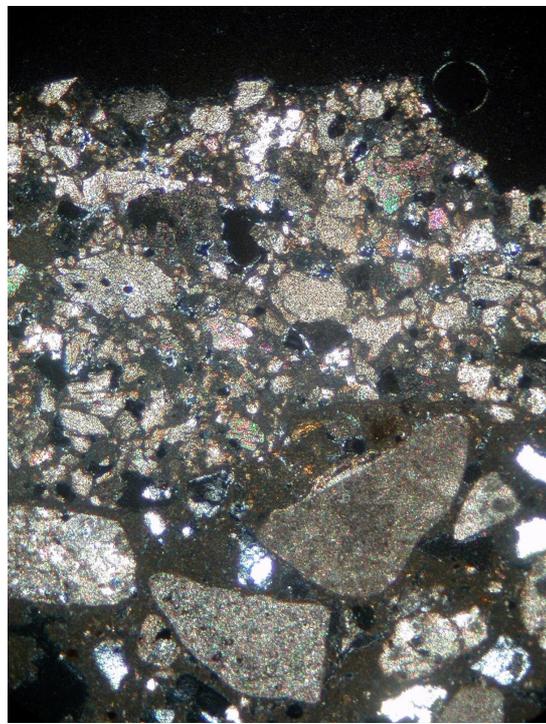
ubicazione del prelievo settore destro-area sotto alla fascia architravata							
spessore campione 4 mm colore superficiale (Munsell) 10YR8/2 <i>very pale orange</i>							
INTONACO	legante calce aerea ricca di impurità argillose						
	granulometria inerte sabbia da fine a molto grossolana (diametro medio =125 microns-1 mm)						
	composizione inerte						
	<table border="1"> <tr> <td>quarzo</td> <td>+++</td> <td rowspan="3">porosità* bassa (<20%)</td> </tr> <tr> <td>feldspati</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td>frammenti di rocce*</td> <td>++++</td> </tr> </table>	quarzo	+++	porosità* bassa (<20%)	feldspati	+	frammenti di rocce*
quarzo	+++	porosità* bassa (<20%)					
feldspati	+						
frammenti di rocce*	++++						
	<table border="1"> <tr> <td>coesione*</td> <td>friabile</td> </tr> <tr> <td>addensamento inerte/legante*</td> <td>50%</td> </tr> </table> <p>*valutazione secondo Normal 12/83</p> <p>*consistenti prevalentemente in frammenti di carbonati e subordinatamente da peliti e siltiti</p>	coesione*	friabile	addensamento inerte/legante*	50%		
coesione*	friabile						
addensamento inerte/legante*	50%						
FINITURE SUPERFICIALI	<table border="1"> <tr> <td>composizione (SEM)</td> <td>colore *</td> <td>spessore</td> </tr> <tr> <td>1 rasatura di calce e sabbia dolomitica</td> <td>bianco</td> <td>1-2 mm</td> </tr> </table> <p>*(valutazione interpretativa effettuata in sezione sottile)</p>	composizione (SEM)	colore *	spessore	1 rasatura di calce e sabbia dolomitica	bianco	1-2 mm
composizione (SEM)	colore *	spessore					
1 rasatura di calce e sabbia dolomitica	bianco	1-2 mm					



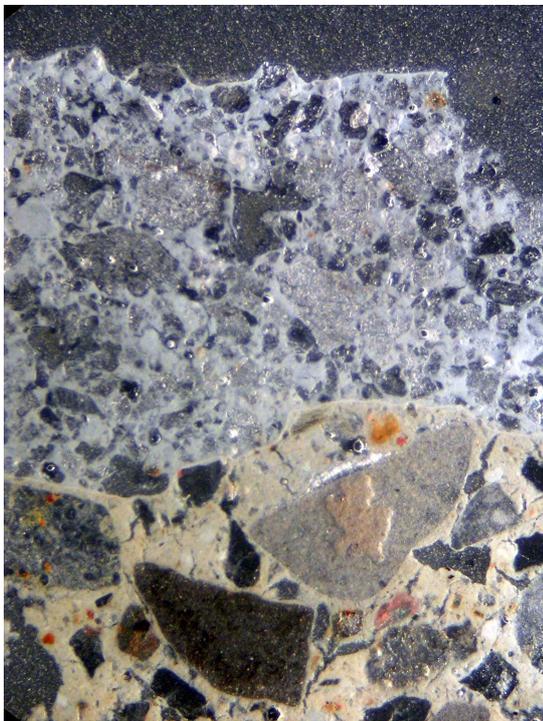
Ubicazione del prelievo



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 15 (25X - nicols paralleli)

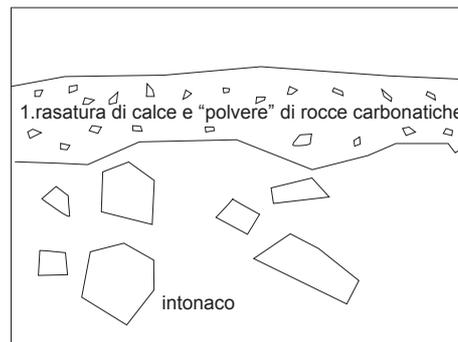


Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 15 (25X - nicols incrociati)

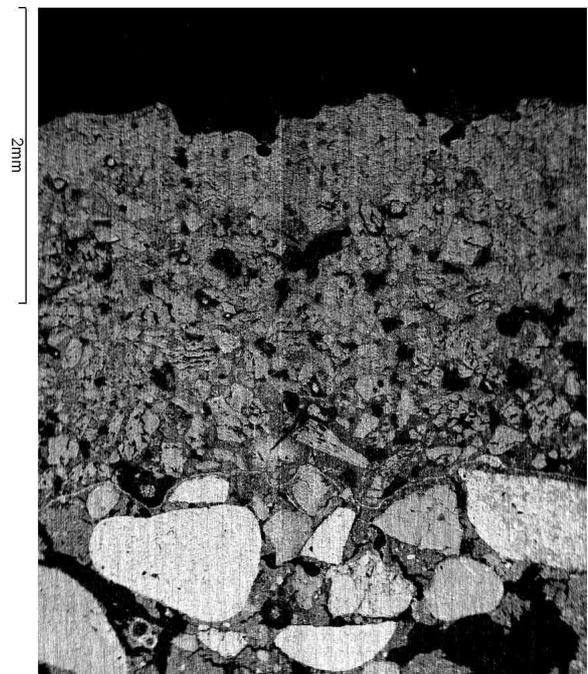


0.5 mm

Microfoto a luce riflessa del campione 15 (25X)



Schema interpretativo



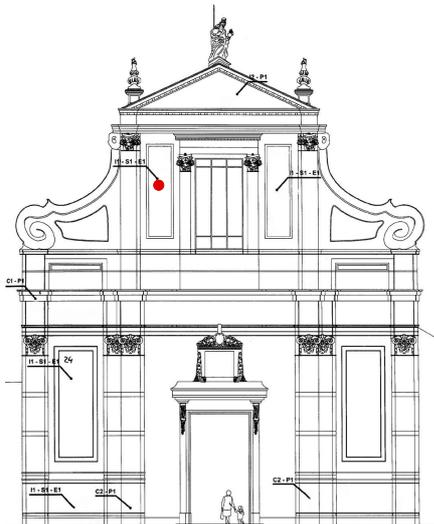
2mm

Immagine al SEM

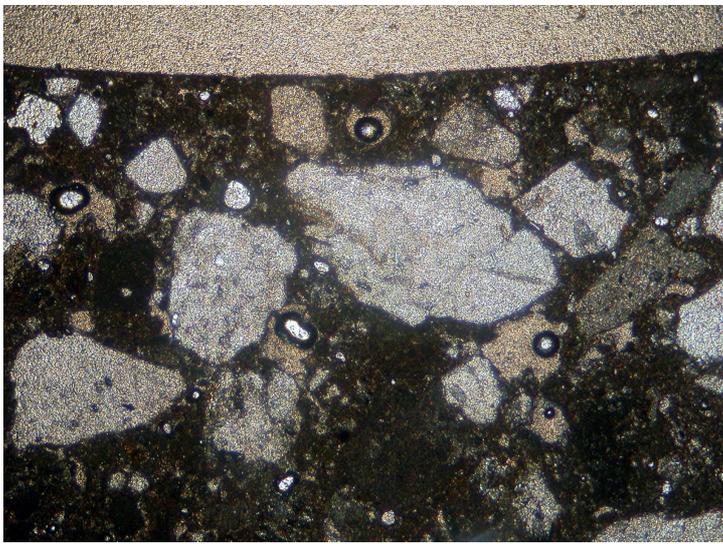
Campione N 17

Analisi effettuate **CS05** **EDS01**

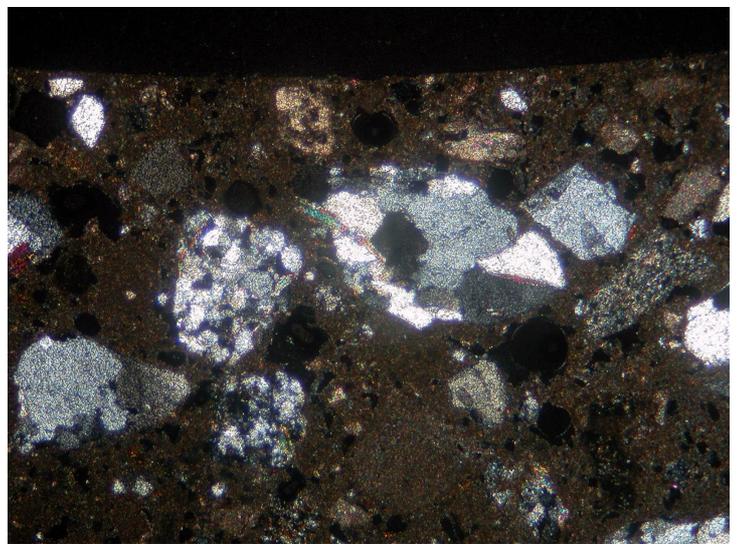
ubicazione del prelievo		riquadro sinistro nel frontone		
spessore campione		4 mm	colore superficiale (Munsell) 5Y8/4 grayish yellow	
INTONACO	legante	calce idraulica		
	granulometria inerte	sabbia da fine a media (diametro medio =125-500 microns)		
	composizione inerte	quarzo	++++	porosità* bassa (<20%)
		feldspati		
frammenti di rocce*		++	coesione* tenace	
		consistenti prevalentemente in frammenti di carbonati, peliti e siltiti	addensamento inerte/legante 50%	
		*valutazione secondo Normal 12/83		
FINITURE SUPERFICIALI	composizione (SEM)		colore * spessore	
	1. calce e "terre"	giallo	0-20 μm	
*(valutazione interpretativa effettuata in sezione sottile)				



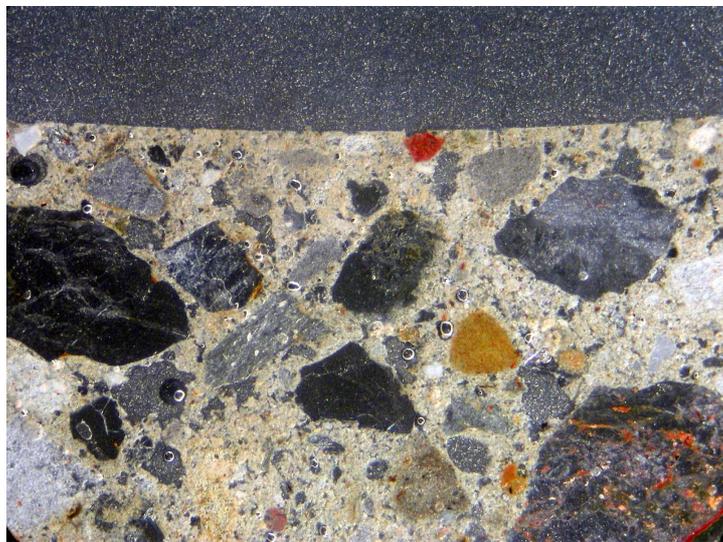
Ubicazione del prelievo



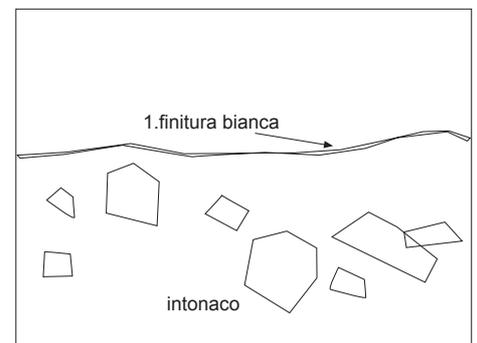
Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 17(20X - nicols paralleli)



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 17 (20X - nicols incrociati)

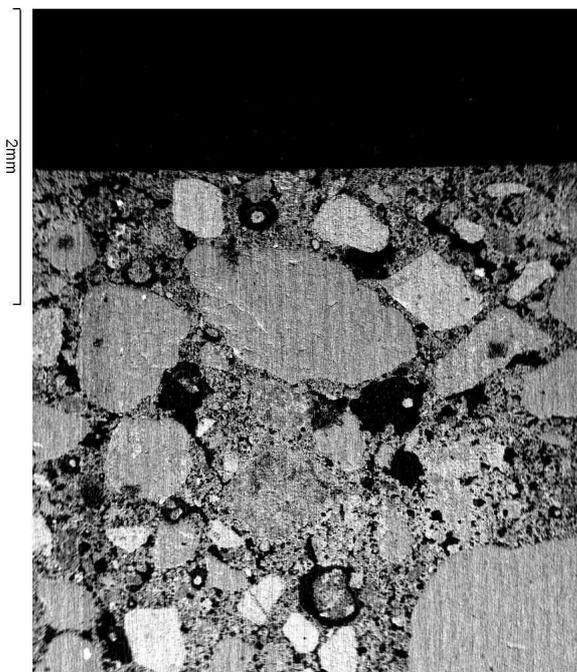


Microfoto a luce riflessa del campione 17 (20X)



1 mm

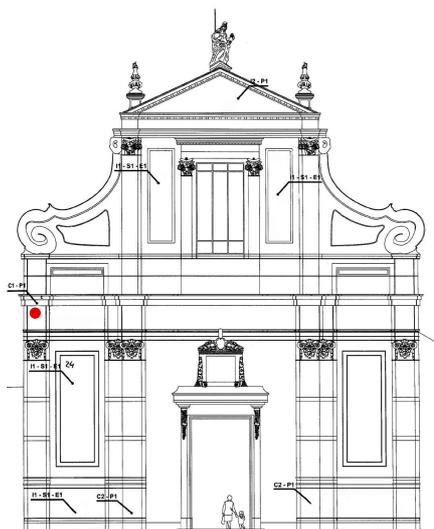
Schema interpretativo



2mm

Immagine al SEM

tipologia campione		cornice marcapiano	
SALI SOLUBILI	conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}^3$)	785.12	
	solforati (mg/kg)	352707	
	nitratati (mg/kg)	18193	
	cloruri (mg/kg)	1264	

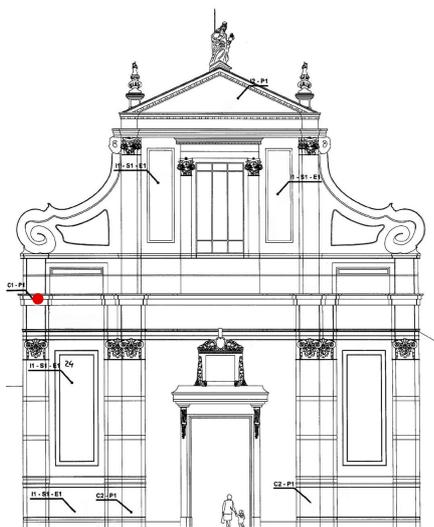


Ubicazione del prelievo

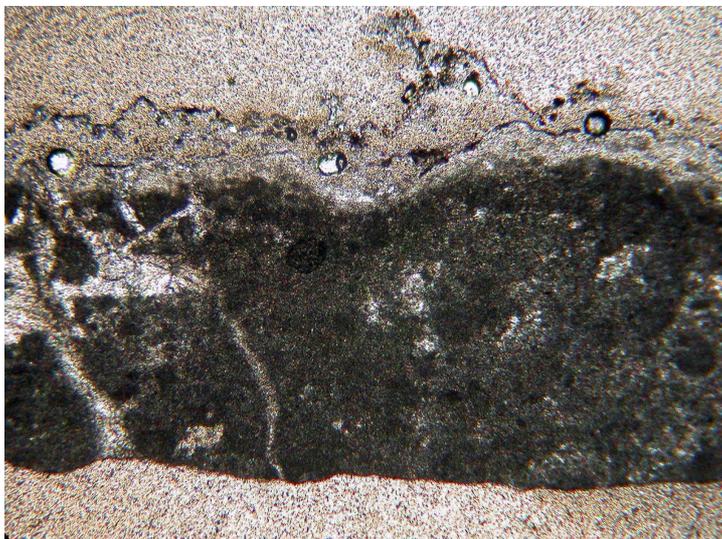
Campione N 19

Analisi effettuate **CS06** **EDS01**

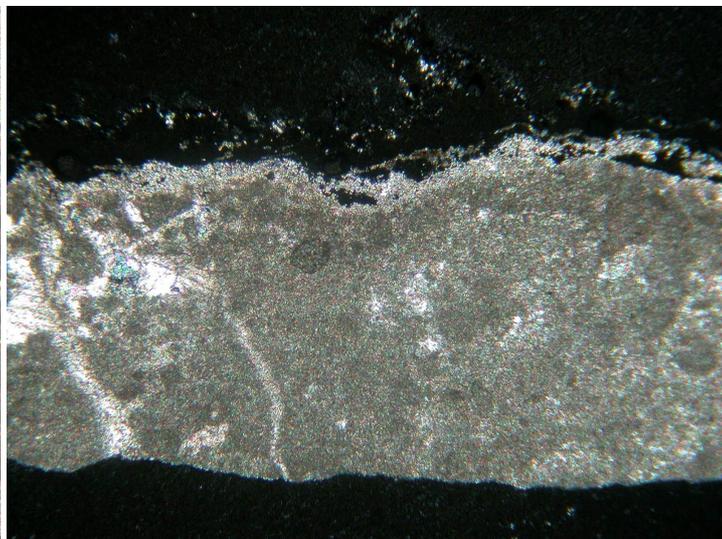
ubicazione	Fascia architravata- settore sinistro		spessore campione	1	mm
colore superficiale (Munsell)	5YR 4/1 brownish gray				
classificazione litologica	roccia carbonatica microcristallina (micritica) .tipo "Botticino" Giurassico inferiore <i>Micrite</i> (Folk1962), <i>Mudstone</i> (Dunham 1962)				
intraclasti	assenti				
strutture secondarie	vene riempite di calcite macrocristallina (spatite) di natura post-genetica ("stiloliti")				
FINITURE SUPERFICIALI	composizione (SEM)	colore *	spessore		
1	tattamento organico misto a particellato carbonioso	grigio/nero	30-200	µm	
*(valutazione interpretativa effettuata in sezione sottile)					



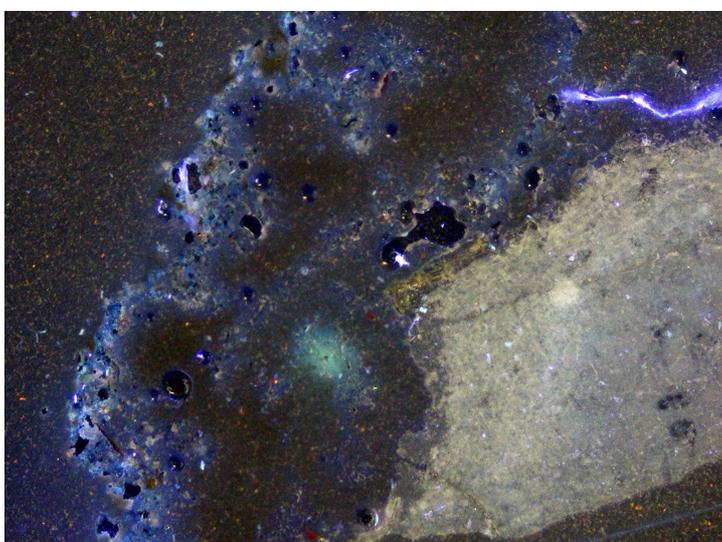
Ubicazione del prelievo



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 19 (40X - nicols paralleli)



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 19 (40X - nicols incrociati)



Microfoto a luce UV

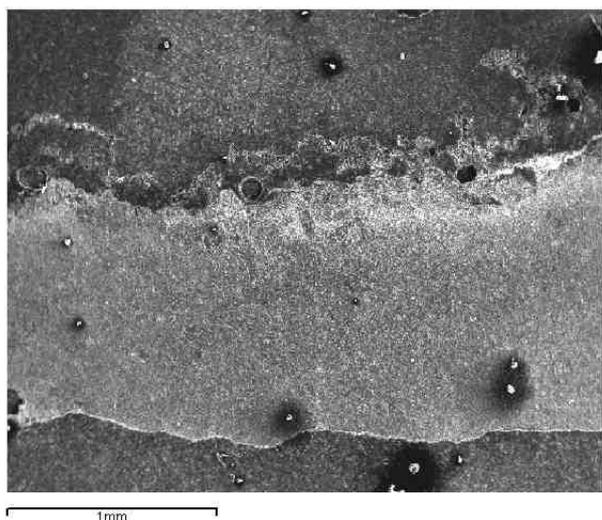
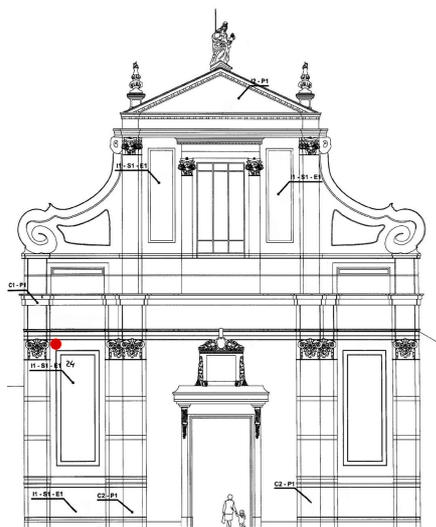


Immagine al SEM

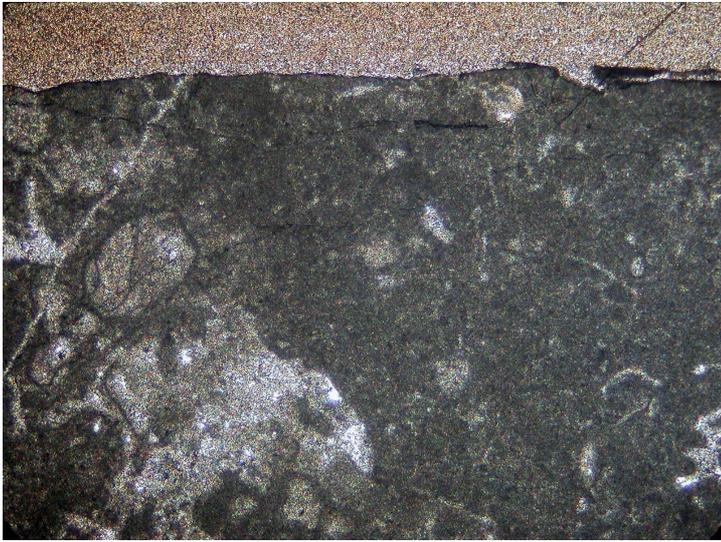
Campione N 20

Analisi effettuate **CS06** **EDS01**

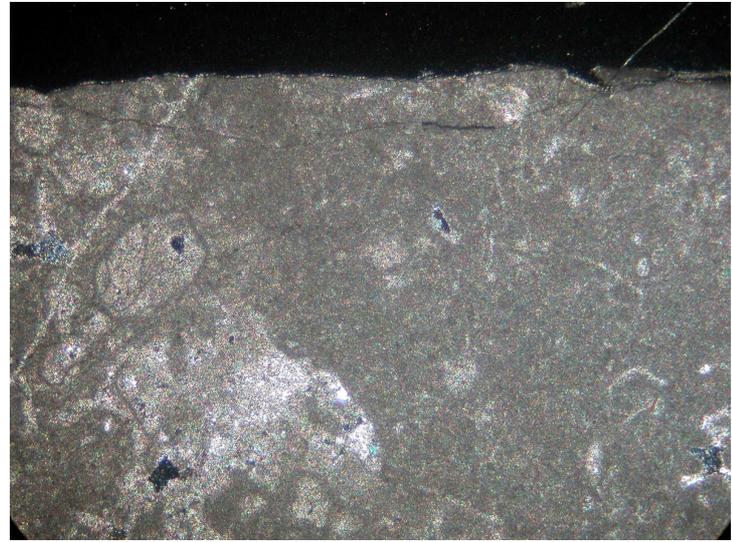
ubicazione	Fascia architravata- settore sinistro	spessore campione	3	mm
colore superficiale (Munsell)	5YR 4/1 brownish gray			
classificazione litologica	roccia carbonatica microcristallina (micritica) .tipo "Botticino" Giurassico inferiore <i>Micrite fossilifera</i> (Folk1962), <i>Mudstone</i> (Dunham 1962)			
intraclasti	rari foraminiferi bentonici , pellet e ooidi . Presenti bioturbazioni			
strutture secondarie	vene riempite di calcite macrocristallina (spatite) di natura post-genetica ("stiloliti")			
FINITURE SUPERFICIALI	composizione (SEM)	colore *	spessore	
1	deposito amosferico	grigio/nero	0-20	µm
*(valutazione interpretativa effettuata in sezione sottile)				



Ubicazione del prelievo



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 20 (33X - nicols paralleli)



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 20 (33X - nicols incrociati)

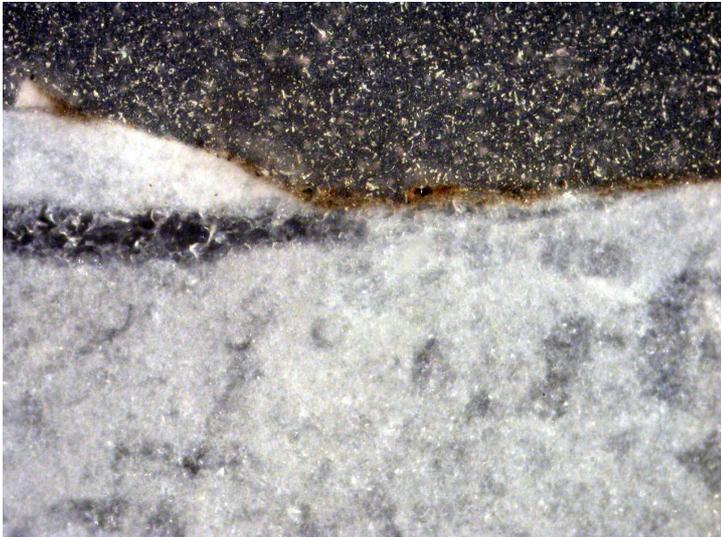
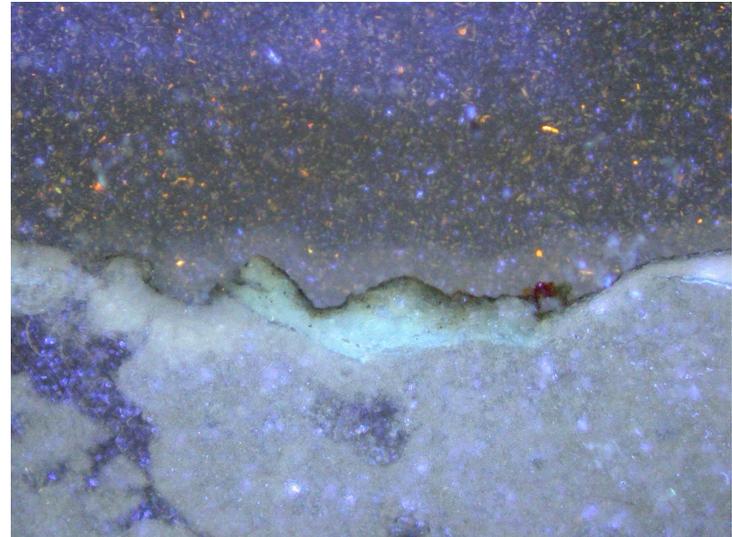


Immagine al SEM

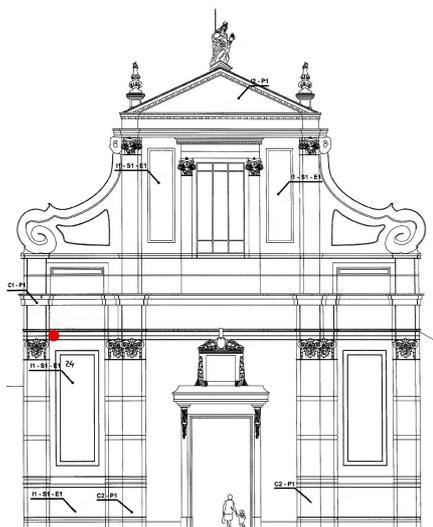


Microfoto a luce UV

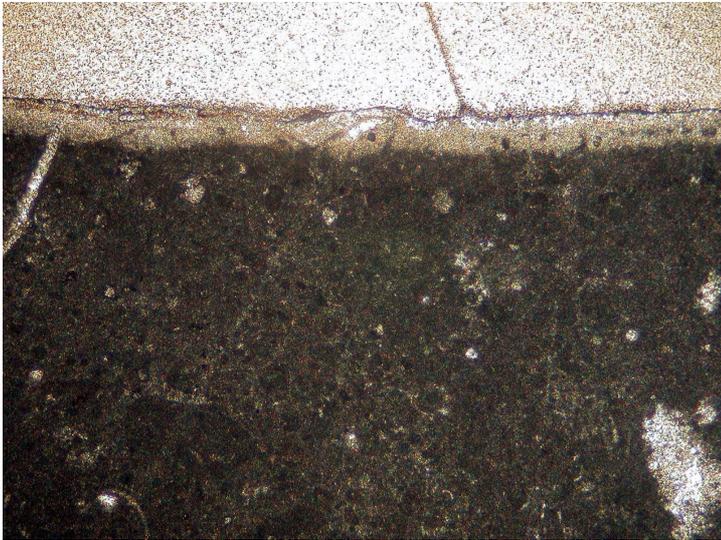
Campione N 21

Analisi effettuate **CS06** **EDS01**

ubicazione	Fascia architravata- settore sinistro	spessore campione	3	mm
colore superficiale (Munsell)	5YR 4/1 brownish gray			
classificazione litologica	roccia carbonatica microcristallina (micritica) .tipo "Botticino" Giurassico inferiore <i>Micrite</i> (Folk1962), <i>Mudstone</i> (Dunham 1962)			
intraclasti	assenti			
strutture secondarie	vene riempite di calcite macrocristallina (spatite) di natura post-genetica ("stiloliti") e plaghe di dolomite			
FINITURE SUPERFICIALI	composizione (SEM)	colore *	spessore	
1	tattamento organico misto a particellato carbonioso	grigio/nero	30-200 μm	



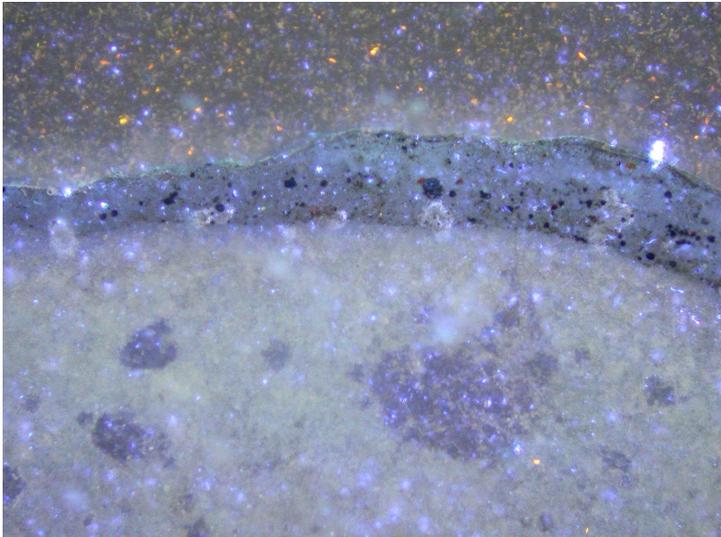
Ubicazione del prelievo



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 21 (33X - nicols paralleli)



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 21 (33X - nicols incrociati)



Microfoto a luce UV

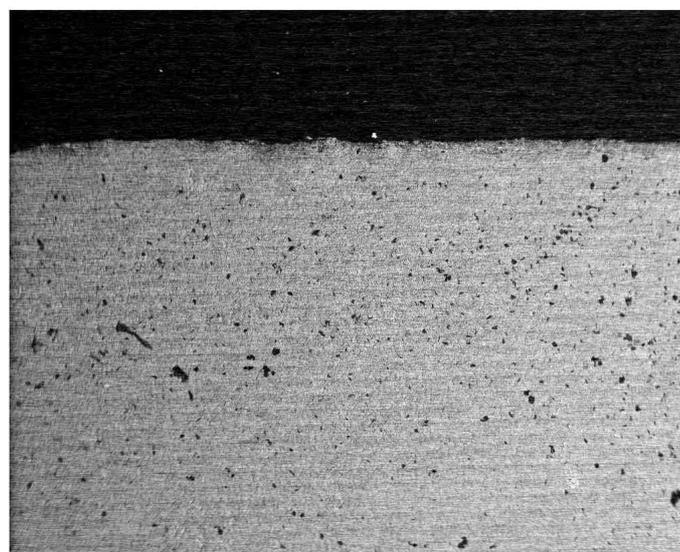
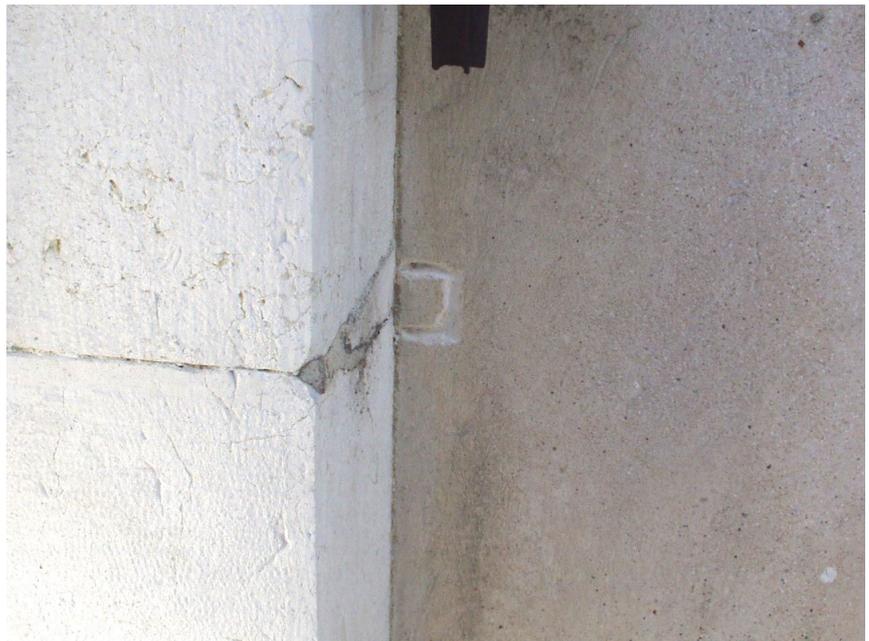
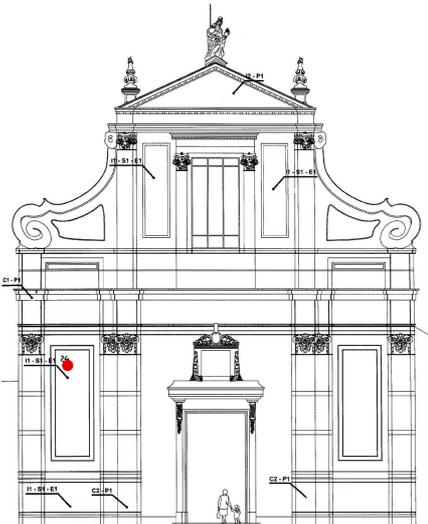


Immagine al SEM

Campione N 24

Analisi effettuate **SS01** **EDS01**

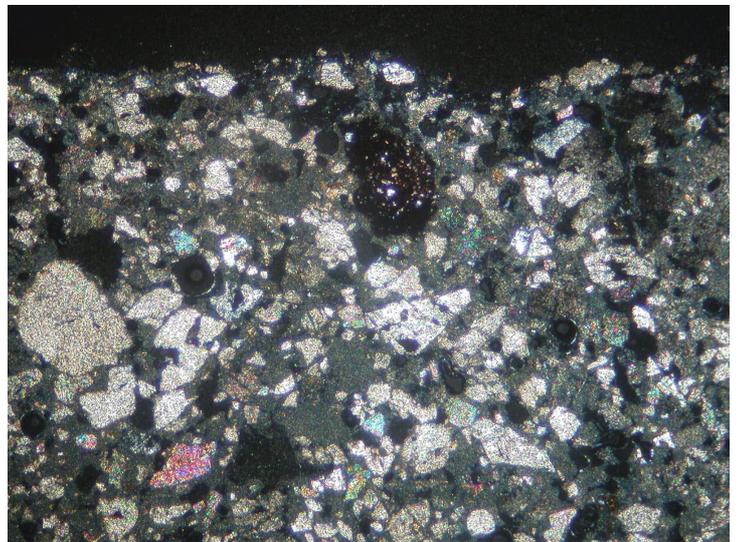
ubicazione del prelievo		Settore sinistro -riquadro inferiore		
spessore campione		5 mm	colore superficiale (Munsell) 5Y8/4 grayish yellow	
INTONACO	legante	calce aerea		
	granulometria inerte	sabbia da molto fine a fine (diametro medio =63-125 microns)		
	composizione inerte	quarzo	+	porosità* bassa (<20%)
		feldspati		
frammenti di rocce*		++++	addensamento inerte/legante* 50%	
*consistenti prevalentemente in frammenti di dolomie		*valutazione secondo Normal 12/83		
FINITURE SUPERFICIALI	composizione (SEM)		colore *	spessore
	1. legante organico e pigmenti tipo "ocre gialle"		giallo	0-20 μm
*(valutazione interpretativa effettuata in sezione sottile)				



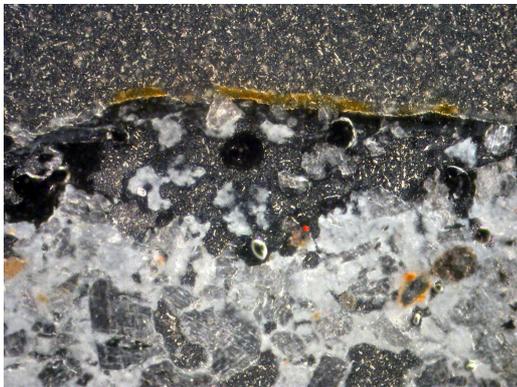
Ubicazione del prelievo



Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 24 (33X - nicols paralleli)

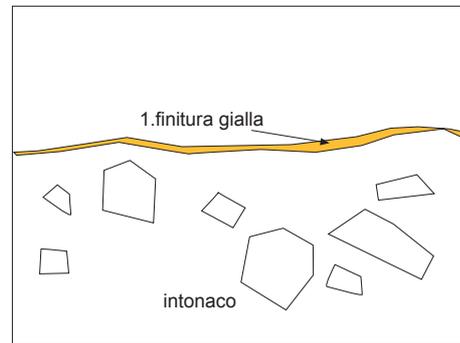


Microfoto a luce polarizzata trasmessa del campione 24 (33X - nicols incrociati)



200µm

Microfoto a luce riflessa del campione 24 (53X)



Schema interpretativo

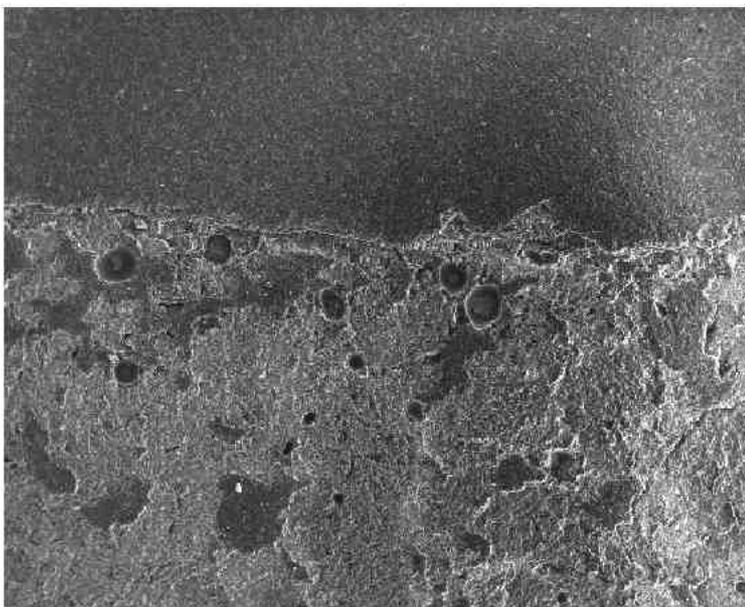


Immagine al SEM

1mm