

SANTUARIO DI S. MARIA DEI MIRACOLI PRESSO SAN CELSO – MILANO DIAGNOSTICA

NOTE STORICHE: Iniziata nel 1493, in pieno Rinascimento, per accogliere un'cona miracolosa della Madonna, fu inizialmente a pianta centrale. La prima parte ad essere costruita fu infatti la cupola ottagonale, coperta all'esterno da un tiburio con un loggiato ad arcate, ornato da dodici statue in cotto secondo la tradizione architettonica lombarda. Nel 1498 vennero inserite le colonne e i capitelli al tiburio. Nel 1506 all'impianto originario venne aggiunto un corpo longitudinale a tre navate, di cui la principale è coperta da una monumentale volta a botte cassettonata; al presbiterio fu anche aggiunto un deambulatorio poligonale, sul modello del Duomo di Milano. Nel primo XVI secolo fu aggiunto il massiccio quadrilatero.

L'imponente ed ornatissima facciata, in marmo di Carrara, è in stile manierista e fu progettata verso la fine del XVI secolo.

La decorazione pittorica interna fu realizzata in due fasi distinte: la prima, successiva al 1535, riflette le preferenze venete e manieristiche introdotte nel periodo della dominazione spagnola, mentre la successiva esibisce le tendenze controriformate espresse dal 1565 da Carlo Borromeo. Il primo momento testimonia di un periodo di transizione sia politico che artistico: con la morte del ultimo degli Sforza, Francesco II (1535), il Ducato entra a far parte dei possedimenti spagnoli di Carlo V mentre, dal punto di vista pittorico, le opere del Bramantino (1530) e di Bernardino Luini (1532) evidenziano l'assorbimento della precedente stagione pittorica. L'egemonia anche culturale esercitata dai nuovi dominatori impone l'aprirsi della città al gusto della pittura veneta e manieristica. La chiesa, che per un decreto ducale del 1491 godeva di grande autonomia rispetto al dero ed era retta da un Capitolo di diciotto nobili, divenne uno dei luoghi centrali per le nuove tendenze e per i rapporti tra dominatori spagnoli e aristocrazia locale, come mostrano le visite di Carlo V (1541) e Filippo II (1548) durante i loro soggiorni trionfali a Milano. Non sorprende quindi che il deambulatorio che corre intorno al presbiterio fosse decorato con una serie di tele di importanti artisti, tra i quali Gaudenzio Ferrari, che vi dipinse 'Il Battesimo di Cristo' (1540-41), il bresciano Moretto con la sua 'Conversione di San Paolo' (1540-45) e Callisto Piazza, autore del 'San Gerolamo' (1542 - 1544).

Vi si conservano inoltre numerosi affreschi e

pale d'altare di artisti lombardi del Rinascimento e del Barocco: Cerano, Giulio Cesare Procaccino, Borgognone, ecc..

Il coro è decorato con stucchi su disegno di vari artisti; il leggio ligneo è stato disegnato da Giuseppe Meda.

Nel transetto sinistro, all'interno di un altare, si conserva la veneratissima statua marmorea dell'*Assunta* di Annibale Fontana (1586), completata in seguito da due angioletti reggicorona di Giulio Cesare Procaccini.

In una teca posta all'ingresso sono esposti dei paramenti del Cardinale Ildelfonso Schuster ed il calco, fatto alla morte, del viso e della mano. *(da wikipedia)*

DIAGNOSTICA: Le indagini diagnostiche sono state finalizzate ad approfondimenti conoscitivi delle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali costituenti le decorazioni in oggetto mediante prelievi di materiali, analisi di laboratorio e tasselli di pulitura in situ.

Le indagini interessano sia l'area pittorica che le decorazioni a stucco, considerando possibili differenze tecniche di lavorazione tra i diversi artisti.

I tasselli di pulitura sono stati eseguiti a secco mediante utilizzo di spugne da restauro washab medie, secondo l'indicazione della direzione lavori e a seguito del primo sopralluogo dell'ispettore della soprintendenza responsabile. Tali tasselli hanno permesso l'asportazione dello sporco superficiale e sono stati eseguiti su campiture superficiali di pellicola pittorica ben adesa al supporto, che non presentava quindi gravi problemi di degrado quali esfoliazioni, pulverulenza o presenza di subflorescenze saline.

Il campionamento è stato eseguito, seguendo le Raccomandazioni Normal 3/80, su precise indicazioni della committenza, su pitture murali e decorazioni a stucco di alcune cappelle del Santuario in oggetto, e più precisamente:

NAVATA SINISTRA

4 volte a crociera decorate con affreschi e stucchi:

opere del Cerano (2), Fratelli Della Rovere, Procaccino Cesare

4 lunette nelle parti di fondo delle suddette cappelle, con affreschi

1 lunetta di controfacciata in corrispondenza della prima cappella, con affreschi settecenteschi

1 volta a botte con affreschi e stucchi



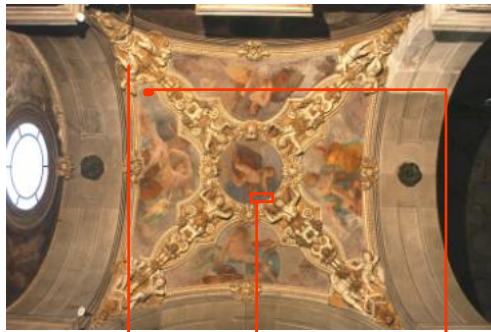
FOTO D&SIEME



Punto di prelievo del campione C1

**PRIMA CAPPELLA
 CERANO
 Volta e lunetta**

L'impasto risulta fessurato e poroso. Il rapporto areale aggregato/legante è pari a circa 3,5/1. In superficie vi è un sottile impasto di rasatura a base di gesso e pochi aggregati di natura prettamente silicatica di natura quarzoso-micacea arenacea medio-fine (0,5-0,125 mm).



Tassello pittura stucchi Tassello pittura a secco C1

Dipinto eseguito da Andrea Ap piani

ANALISI DI LABORATORIO

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale di colore bluastro

Zona di prelievo: volta dipinta dal Cerano

Scopo dell'indagine: caratterizzazione dell'impasto

Elenco analisi eseguite: sezione sottile

Analisi mineralogico-petrografica in sezione sottile

Descrizione macroscopica (UNI-NORMAL 12/83)

Aspetto dimensionale	arenaceo
colore	biancastro
coesione	discreta

Descrizione macroscopica (UNI-NORMAL 12/83)

Aggregato

Granulometria	Arenace a grosso lana (1-0,5 mm) . arenace a molto fine (0,125-0,062 mm)
Granulometria prevalente	Arenace a media-fine (0,5-0,125 mm)
classazione	Scarsamente classato
Forma (sfericità/arrotondamento)	Sfericità medio-bassa/frammenti da spigolosi a subarrotondati
Morfologia superficiale	Da liscia ad abrasa
orientamento	In direzione parallela alla superficie esterna
distribuzione	omogenea
addensamento	Stima rapporto clasti-matrice: elevato (48%)

Distribuzione granulometrica

Classe granulometrica	mm	%
Arenace a molto grossolana	2-1	-
Arenace a grosso lana	1-0,5	11
Arenace a media	0,5-0,25	48
Arenace a fine	0,25-0,125	37
Arenace a molto fine	0,125-0,062	4
Siltosa grossolana	0,062-0,3	-

Composizione degli aggregati

74%: frammenti di quarzo e di rocce metamorfiche e a base di quarzo, feldspati e miche;
 15%: frammenti di solo feldspato;
 5%: frammenti di rocce carbonatiche;
 4%: lamelle micacee;
 2%: frammenti di selce.

Tipo di aggregato: sabbia di fiume di natura prevalentemente silicatica

Porosità

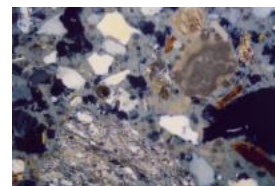
Percentuale dei pori	Elevata (23%)
Origine della porosità	Primaria e secondaria
Forma dei pori	Vacuità irregolari e fessurazioni da legante

Matrice

Struttura	Poco omogenea per la presenza di numerosi calcinari
tessitura	Massa di fondo da micritica-grumosa
Rapporti clasti/matrice	Non rilevati
composizione	Calce areale carbonatata

Considerazioni sull'impasto

Tipo di impasto: Impasto di colore biancastro ottenuto dalla mescola di calce aerea, caratterizzata dalla presenza di calcinari, e un aggregato a base di una sabbia arenacea di natura prevalentemente silicatica di dimensioni comprese tra 1 mm e 0,06 mm.



Intonaco a base di calce micritico-grumosa piuttosto porosa e fessurata, caratterizzata dalla presenza di calcinari, e sabbia fluviale arenacea di natura prettamente silicatica e poco carbonatica. Sezione sottile, luce trasmessa, 40 X, N+



Punto di prelievo del campione C2

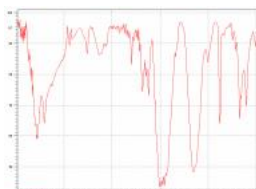
Tipo di prelievo: frammento di intonaco con incarnato

Zona di prelievo: lunetta dipinta dal Cerano

Scopo dell'indagine: Verifica della sequenza stratigrafica con identificazione dei pigmenti e dei leganti

Elenco analisi eseguite: Osservazioni in sezione e lucida, indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR) e alla microsonda elettronica (EDS)

Analisi spettrofotometrica all'infrarosso



Spettro FTIR dello strato pittorico superficiale

Risultati indagine FTIR

L'indagine all'infrarosso ha registrato la presenza di consistenti quantità di **carbonato di calcio**, discrete concentrazioni di **silicati**, dovuti ad una classe di pigmenti, discrete concentrazioni di **gesso** e tracce di **ossalato di calcio** dovuto ai prodotti ultimi di ossidazione e di una probabile frazione proteica.

Verifica della sequenza stratigrafica e caratterizzazione degli strati superficiali

L'osservazione microscopica del frammento pittorico in studio mostra la successione di tre diversi strati. Corredando le caratteristiche microscopiche e dei pigmenti con le indagini alla microsonda elettronica e l'analisi spettrofotometrica all'infrarosso è stato possibile determinare la natura chimica di ciascun strato la cui descrizione è riportata di seguito.



La foto mostra lo strato pittorico con cui è stato realizzato l'incarnato e il deposito di polveri carboniose superficiale. Sezione Lucida, Luce riflessa, 200 X, N//

Strato n. 1: resti dell'intonacchino pittorico a base di calce e sabbia fina

Strato n. 2: irregolare strato pittorico costituito da una matrice biancastra in cui sono dispersi minuti cristalli di color rosso-vivo e più rare particelle gialle. L'indagine alla microsonda elettronica (EDS) ha registrato la presenza di calcio, zolfo, silicio, alluminio, ferro, magnesio, potassio, carbonio e ossigeno. Sulla base dei risultati strumentali e dalle caratteristiche microscopiche dei pigmenti si desume che si tratta di una stesura pittorica, con cui si è realizzato l'incarnato, a base di **carbonato di calcio**, **gesso**, **ocra rossa** e più rara **ocra gialla**. L'indagine spettrofotometrica all'infrarosso ha confermato la presenza di piccole quantità di **ossalato di calcio** per cui si ritiene che si possa trattare, con buona probabilità, di una **pittura alla calce** addizionata di piccole percentuali di un medium proteico ormai completamente ossidato.

Spessore 75 - 100 µm;

Strato n. 3: sottile deposito superficiale di polveri di natura prettamente carboniosa. L'indagine all'infrarosso esclude la presenza di resine o ridipinture superficiali

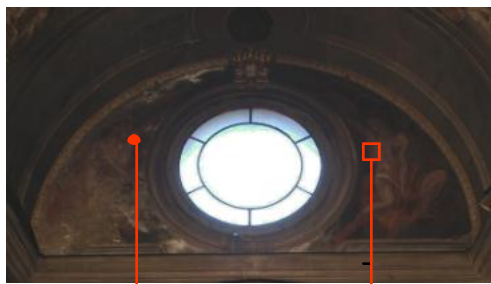
Spessore 5 -15 µm.



Pittura superficiale con spugna wishab:
 Intonaco di supporto ruvido;
 pellicola pittorica ben coesa;
 localizzate abrasioni puntuali su tutta la superficie in esame soprattutto nei punti di congiunzione delle stesure di giornata;
 valori tonali originali leggermente alterati da un deposito di polvere carboniosa superficiale.



Pittura superficiale meccanica con ausilio di bisturi e spazzolino a setole morbide, previa spolveratura e tampatura ad acqua demineralizzata: sotto una coltre di polveri concrezionate è riemersa la coloritura rosata originale. L'indagine stratigrafica ha permesso di verificare l'impasto materico di supporto ben compatto.



C2

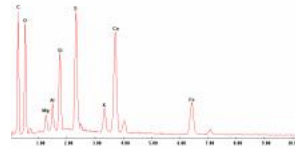
Tassello pittura a secco



Pittura superficiale con spugne wishab:
 Intonaco liscio e schiacciato sugli sfondi, ruvido sull'incarnato;
 Attaccatura di giornata evidente;
 Pellicola pittorica con vecchie abrasioni da

graffio, dove lo sporco ha trovato sede;

Sbiancamenti superficiali da alterazione di una sostanza filmogena



Spettro EDS dello strato giallo



C4 C3 Tassello pittura a secco



Pittura superficiale con spugna wisha; intonacino pittorico ruvido sulle zone di supporto alla figura, più liscio sulle zone di sfondo; pellicola pittorica altamente compromessa da perdite e decoesioni causate dalla presenza di subflorescenze saline; forti sbiancamenti con promettoni originali cromia.



Punto di prelievo del campione C3

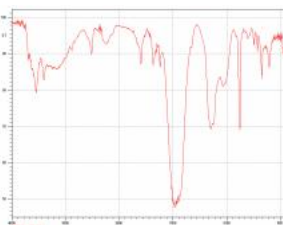
Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale di colore giallo

Zona di prelievo: volta dipinta dal Cerano

Scopo dell'indagine: Verifica della sequenza stratigrafica con identificazione dei pigmenti e dei leganti

Elenco analisi eseguite: Osservazioni in sezione e lucida, indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR) e alla microonda elettronica (EDS)

Analisi spettrofotometrica all'infrarosso



Spettro FTIR degli strati pittorici superficiali

Risultati indagine FTIR

L'indagine spettrofotometrica all'infrarosso ha evidenziato la presenza di grosse concentrazioni di **carbonato di calcio**, discrete quantità di **silicati** (riconducibili ad una classe di pigmenti) e piccole concentrazioni di **gesso**. Non si osserva la presenza di medium organici e nemmeno i prodotti derivati da un loro eventuale degrado.

Verifica della sequenza stratigrafica e caratterizzazione degli strati pittorici

Strato n. 1: intonaco di sottofondo a base di calce e sabbia prettamente silicatica

Strato n. 2: strato pittorico costituito da minuti cristalli di colore giallo immersi in una matrice traslucida dove l'indagine alla microonda elettronica (EDS) ha registrato la presenza di calcio, zolfo, silicio, alluminio, ferro, magnesio, potassio, carbonio e ossigeno (vedi spettro). Sulla base dei risultati strumentali e dalle caratteristiche microscopiche dei pigmenti si deduce che si tratta di una stesura pittorica a base di **carbonato di calcio**, **ocra gialla** e **gesso**. L'indagine spettrofotometrica all'infrarosso non

ha rilevato presenza di medium di natura organica e nemmeno i prodotti di un loro eventuale degrado. Dalle caratteristiche morfologiche dell'interfaccia intonaco/pittura e dai risultati analitici si ritiene che si tratti di una **pittura alla calce** o di una stesura **%a fresco+**.

Spessore 20 - 35 µm;

Strato n. 3: sottile deposito di polveri nerastre di natura prettamente carboniosa che contribuiscono ad abbassare il tono della stesura pittorica sottostante

Spessore 5 - 8 µm.



La foto mette in evidenza lo strato pittorico a base di ocra gialla che caratterizza il campione in studio. Sezione Lucida, Luce riflessa, 200 X, N//



Punto di prelievo del campione C4

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con doratura su perlicale

Zona di prelievo: volta dipinta dal Cerano

Scopo dell'indagine: Caratterizzazione dello stucco e verifica della sequenza stratigrafica

Elenco analisi eseguite: studio mineralogico-petrografico in sezione e sottile e osservazioni in sezione lucida.

Analisi mineralogico-petrografica in sezione sottile

Descrizione macroscopica (UNI-NORMAL 12/83)

Aspetto dimensionale	Arenaceo-siliceo
colore	biancoastro
coesione	buona

Descrizione macroscopica (UNI-NORMAL 12/83)

Aggregato

Granulometria	Arenaceo medio (0.5-0.25 mm) - siliceo grossolano (0.062-0.3 mm)
Granulometria prevalente	Arenaceo fine (0.25-0.125 mm)
classazione	Discretamente classato
Forma (sfericità/arrotondamento)	Sfericità bassa/frammenti spigolosi
Morfologia superficiale	Da liscia ad abrasa
orientamento	In direzione parallela alla superficie esterna
distribuzione	omogenea
addegnamento	Stima rapporto clasti-matrice: molto elevato (55%)

Distribuzione e granulometria

Classe granulometrica	mm	%
Arenaceo molto grossolano	2-1	-
Arenaceo grossolano	1-0.5	-
Arenaceo medio	0.5-0.25	26
Arenaceo fine	0.25-0.125	41
Arenaceo molto fine	0.125-0.062	28
Siliceo grossolano	0.062-0.3	5

Composizione degli aggregati

96%: frammenti di marmo cristallino;
4%: frammenti di quarzo, mono e policristallino.

Porosità

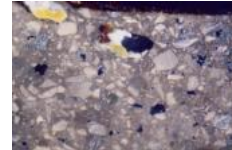
Percentuale dei pori	media (14%)
Origine della porosità	Primaria
Forma dei pori	Vacuità irregolari da legante

Matrice

Struttura	omogenea con la presenza di pochi calcinacci
tessitura	Massa di fondo micritica
Rapporti clasti/matrice	Non rilevati
composizione	Calce aerea carbonata

Considerazioni sull'impasto

Tipo di impasto: stucco di colore biancoastro ottenuto dalla mescolanza di calce aerea e da un aggregato a base di marmo cristallino e pochissimo quarzo cristallino di dimensioni comprese tra 0.5 mm e 0.03 mm. Il rapporto areale aggregato/legante è pari a circa 4.5/1 (impasto %aogr+).



Si tratta di uno stucco confezionato con calce aerea e una abbondante carica riconducibile a frammenti di marmo arenaceo-siliceo. Sezione sottile, luce trasmessa, 40 X, N+

Verifica della sequenza stratigrafica



La foto riprende la situazione stratigrafica del campione in studio caratterizzata da una doratura applicata su una missione oleoresinosa pigmentata. Sezione Lucida, Luce riflessa, 200 X, N//

L'osservazione microscopica del frammento pittorico in studio mostra la successione di quattro diversi strati.

Strato n. 1: impasto di sottofondo di colore biancoastro costituito da un impasto di **calce aerea** e **frammenti di marmo**

Strato n. 2: stesura di colore aranciato, molto fluorescente e irradiato con luce U.V., riconducibile ad un mordente probabilmente a base di **olio siccativo**, **resina naturale** (missione oleoresinosa) caricato con **biacca**, **minio** e/o **particelle oceree**, steso per l'applicazione di una successiva lamina metallica.

Spessore 50 - 110 mm;

Strato n. 3: sottile lamina metallica di colore giallo-vivo per la cui esatta caratterizzazione e sarebbe necessario eseguire un'indagine alla microonda elettronica (EDS)

Spessore 2 - 4 mm;

Strato n. 4: resti di una sottile stesura di **vernice** superficiale di colore brunastro frammista a polveri e particelle di natura prettamente carboniosa.

Spessore 5 - 30 mm.



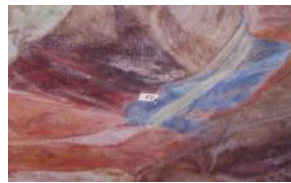
Tasselli di pittura



Pittura spugna wisha: stesura pittorica altamente compromessa da presenza di cristalli di sale, con conseguente perdita della pellicola pittorica e sbiancamenti distribuiti su gran parte della superficie in esame; sporco superficiale congegnato negli interstizi della superficie.



Pittura superficiale spugna wisha: intonaco liscio e ben schiacciato; contorni di stesura dell'intonaco (perimetro della mano e della tavola con iscrizioni) evidenti; Tracce di incisioni indirette da cartone visibili sul particolare del tessuto rosso; Incisioni dirette, a carattere pittorico, si evidenziano sulla tavola con iscrizioni; Perdite puntuali di pellicola pittorica causate da presenza di efflorescenze saline; cromia originale compromessa da un sbiancamento su perlicale

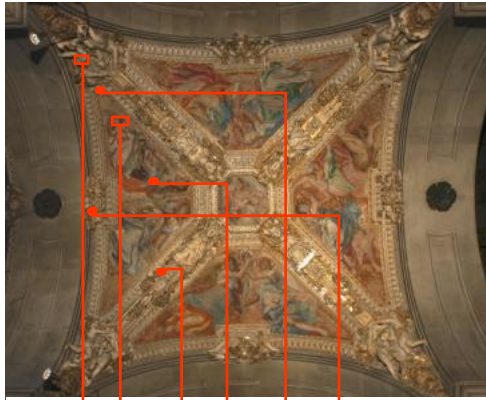


Punto di prelievo del campione F2

TERZA CAPPELLA FIAMMINGHINO Volta e lunetta



Punto di prelievo campione F5
Tipo di prelievo: efflorescenze bianche
Zona di prelievo: volta dipinta dal Fiamminghino
Scopo dell'indagine: indicazioni efflorescenze
Elenco analisi eseguite: indagine diffrattometrica ai raggi X (XRD)



Tasselli di pulitura F5 F2 F1 F4

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale di colore blu

Zona di prelievo: volta dipinta dal Fiamminghino

Scopo dell'indagine: Verifica della sequenza stratigrafica con identificazione dei pigmenti e dei leganti

Elenco analisi eseguite: osservazioni in sezione lucida, indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR) e alla microsonda elettronica (EDS)

Verifica sequenza stratigrafica/caratterizzazione strati pittura

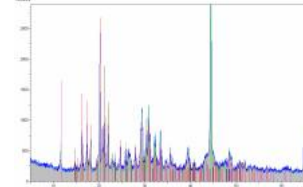
L'osservazione microscopica del frammento pittorico in studio mostra la successione di quattro diversi strati. Corredando le caratteristiche microscopiche dei pigmenti con le indagini alla microsonda elettronica e l'analisi spettrofotometrica all'infrarosso è stato possibile determinare la natura chimica di ciascun strato.

Strato n. 1: intonaco di sottofondo a base di calce e sabbia fine

Strato n. 2: strato pittorico costituito da particelle irregolari di tonalità variabile tra il blu intenso e l'azzurro chiaro, con bordi taglienti e noccioli immersi in una matrice biancastra dove l'indagine alla microsonda elettronica (EDS) ha registrato la presenza di calcio, silicio, alluminio, ferro, zolfo, arsenico, cobalto, potassio, carbonio e ossigeno. Sulla base dei risultati strumentali e dalle caratteristiche microscopiche dei pigmenti si desume che si tratta di una stesura pittorica a base di carbonato di calcio, gesso e azzurro di smalto. Dalle caratteristiche morfologiche e dai risultati analitici si desume che si tratta di una pittura alla calce dove il legante ha subito un processo di alterazione ad opera di inquinanti solforati di natura acida che hanno causato una parziale alterazione in gesso secondario. Spessore 100 - 150 µm

Strato n. 3: sottile pennellata superficiale costituita da minuti cristalli di colore blu dove l'indagine alla microsonda elettronica (EDS) ha confermato la presenza di rame, calcio, silicio, alluminio, zolfo, potassio, magnesio, carbonio e ossigeno. Sulla base dei risultati strumentali e dalle caratteristiche microscopiche dei pigmenti si desume che si tratta di una stesura pittorica a base di azzurrite, gesso e impurezze silicatiche derivate da una parziale alterazione dello strato pittorico sottostante in seguito a fenomeni di idrolisi. L'analisi spettrofotometrica all'infrarosso ha confermato la presenza di colla animale fortemente ossidata in ossalato di calcio. Si desume quindi che si tratta di una pittura a tempera dove il legante proteico ha subito un profondo processo di alterazione. Vista la natura dei pigmenti utilizzati e la sequenza stratigrafica si ritiene che con ogni probabilità questa pennellata superficiale non rappresenta una dipintura bensì la finitura vera e propria. Lo strato azzurro di sottofondo a base di azzurro o di smalto costituirebbe così lo strato di imprimitura. Spessore ore 15 - 30 µm

Strato n. 4: sottile deposito di polveri nerastre di natura prettamente carboniosa che contribuiscono ad abbassare il tono della stesura pittorica sottostante. Spessore ore 2 - 5 µm.



Spettro XRD

Le efflorescenze saline sono costituite da una complessa miscela di specie saline solubili in acqua. Le specie predominanti sono riconducibili a solfato eptaidrato di magnesio e solfato esaidrato di magnesio seguite da più modeste quantità di gesso e tracce di cloruro di potassio e nitrato di potassio. Si tratta di efflorescenze particolarmente solubili in acqua, dotate di una elevata mobilità e di una notevole azione disgregatrice nei confronti dei lapidei naturali e artificiali. L'esaidrite è una forma stabile del solfato di magnesio idrato che si trova in natura. Si tratta di una specie salina particolarmente solubile in acqua (circa 40 grammi di sale per 100 g di acqua a 20°C) e quindi facilmente rimovibile con acqua demineralizzata



Pulitura superficiale con spugna e wish ab: intonachino pittorico liscio; tecnica pittorica ad affresco con rifiniture a secco; evidenti tratteggi che determinano le plasticità delle vesti e degli incarnati; estese perdite di pellicola a secco;

la pittorica a sugli sfondi, probabilmente eseguiti con tecnica pittorica a secco; cromia originale alterata da uno strato di colore biancastro attribuibile alla presenza di Sale o causata dalla lacerazione di una sostanza fillogena.



Pulitura eseguita con impacco di acqua satura di carbonato d'ammonio, previa spazzolatura; Si evidenzia un impasto ben compatto anche se più volte rimangiato; la presenza di diverse stuccature e ridipinture grossolane.



Punto di prelievo del campione F4

Tipo di prelievo: frammento di stucco con doratura e sovrapposizione superficiale

Zona di prelievo: volta dipinta dal Fiamminghino

Scopo dell'indagine: caratterizzazione dell'impasto

pasto artificiale, verifica della sequenza stratigrafica e identificazione della sovrapposizione.

Elenco analisi eseguite: indagini mineralogico-petrografica in sezione e sottile, osservazioni in sezione lucida e indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR).

Considerazioni sull'impasto

Si tratta di uno stucco di colore biancastro composto da calce aerea e un aggregato a base di marmo cristallino e pochissimo quarzo cristallino di dimensioni comprese tra 0.5 mm e 0.03 mm. Il degrado appare limitato alla zona più superficiale. Il rapporto areale aggregato/legante è pari a circa 4-4.5/1 (impasto magro).

Verifica della sequenza stratigrafica e caratterizzazione della sovrapposizione

L'osservazione microscopica del frammento pittorico in studio mostra la successione di sei diversi strati.

Strato n. 1: impasto di sottofondo di colore e biancastro costituito da un impasto di calce aerea e frammenti di marmo

Strato n. 2: stesura di colore aranciato, molto fluorescente e irradiato con luce U.V., riconducibile ad una stesura pittorica a base di minio e olio siccativo. Spessore 100 - 220 µm;

Strato n. 3: stesura di colore brunastro, molto fluorescente e irradiato con luce U.V., riconducibile ad un mordente a base di olio siccativo, resina naturale (missionne oleoresinosa) caricato con biacca, rare particelle oceree e di nero carbone, steso per applicare la successiva lami metallica. Spessore ore 20 - 50 µm;

Strato n. 4: resti di una sottile lamina metallica di colore gialloverde. Spessore 0 - 3 µm;

Strato n. 5: stesura di colore e giallognolo, molto fluorescente e irradiata con luce U.V., attribuibile ad una miscela di biacca, giallo di piombo (probabilmente litargirio) e olio siccativo. Spessore 0 - 130 µm;

Strato n. 6: sottile deposito superficiale di polveri e particelle di natura prettamente carboniosa. Spessore 2 - 5 µm.

Punto di prelievo del campione F1

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale di colore rossastro

Zona di prelievo: volta dipinta dal Fiamminghino

Scopo dell'indagine: caratterizzazione impasto

Elenco analisi eseguite: indagini mineralogico-petrografica in sezione e sottile

Si tratta di campione costituito da un impasto di sottofondo su cui vi è un intonachino pittorico il cui spessore varia tra 1.6 mm e 2.2 mm.

INTONACO DI SOTTOFONDO

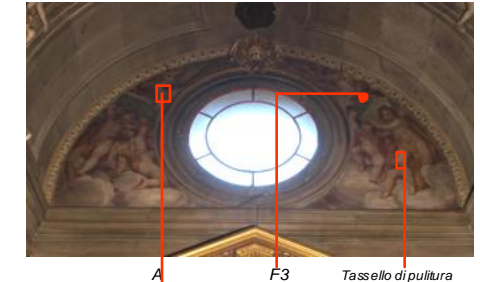
Considerazioni sull'impasto

Dalle indagini effettuate si rileva che si tratta di un impasto di colore bianco-grigiastro dovuto ad una miscela tra calce aerea, caratterizzata dalla presenza di calcinarioli e un aggregato a base di sabbia arenacea silicatica di dimensioni comprese tra 0.5 mm e 0.06 mm. L'impasto risulta scarsamente conservato e fortemente fessurato. Il rapporto areale aggregato/legante è pari a circa 1.5/1. Sopra tale impasto vi è un sottile impasto di rasatura a base di calce carbonatata e frammenti spigolosi di marmo cristallino.

INTONACHINO PITTORICO

Considerazioni sull'impasto

Dalle indagini effettuate si rileva che si tratta di un intonachino superficiale, il cui spessore varia tra 1.6 - 2.2 mm, di colore biancastro a base di calce aerea, caratterizzata dalla presenza di calcinarioli, e da sabbia arenacea silicatica di dimensioni comprese tra 0.5 mm e 0.06 mm. L'impasto risulta fessurato in più punti. Il rapporto areale aggregato/legante è pari a circa 1.5/1.



Tassello di pulitura



Tassello di pulitura superficiale a wishab: Intonachino pittorico ben coeso e schiacciato; Buona adesione della pellicola pittorica; cromie bianche cangianti in corrispondenza dei lumi originali; forte alterazione superficiale di una stesura

filmogena stesa nel precedente intervento di restauro.



A: Stratificato deposito di pulviscolo e deposito carbonatico lasciato nel l'ultimo intervento di restauro come documento di ciò che è stato asportato.



Punto di prelievo del campione F3

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale di colore rosso

Zona di prelievo: lunetta dipinta dal Fiamminghino

Scopo dell'indagine: Verifica della sequenza stratigrafica con identificazione dei pigmenti e dei leganti

Elenco analisi eseguite: osservazioni in sezione lucida, (FTIR) / (EDS)



Verifica sequenza stratigrafica/caratterizzazione strati sup.

Successione di quattro diversi strati.

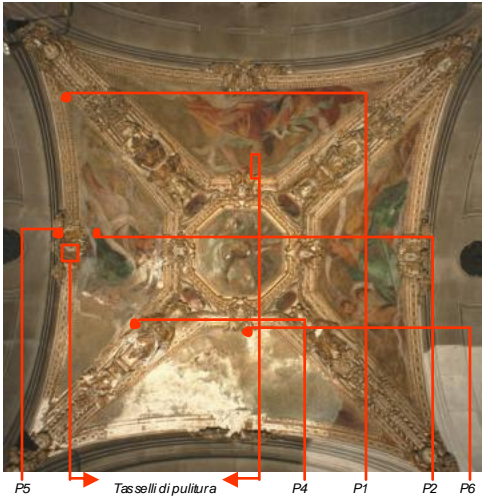
Strato n. 1: resti dell'intonachino pittorico a base di calce e sabbia

Strato n. 2: irregolare strato pittorico costituito da una matrice biancastra in cui sono dispersi minuti cristalli di colore rosso-cup. L'indagine alla microsonda elettronica (EDS) ha registrato la presenza di calcio, magnesio, ferro, tracce di zolfo e di silicio, carbonio e ossigeno. Si desume che si tratta di una stesura pittorica (imprimatura) a base di calce carbonatata (calce magnesiana), parzialmente alterato in gesso, ed ematite. Si tratta di una pittura alla calce. Spessore ore 40 - 100 µm;

Strato n. 3: sottile stesura superficiale costituita da cristalli di colore rosso-vivo e altri di colore aranciato dove l'analisi (EDS) ha registrato la presenza di mercurio, zolfo, piombo, calcio, magnesio, carbonio e ossigeno. Si desume che si tratta di una stesura pittorica ottenuta dalla miscela di cinabro, poco minio, carbonato di calcio parzialmente alterato in gesso, e colla animale fortemente alterata in ossalato di calcio. Spessore ore 20 - 30 µm;

Strato n. 4: sottile deposito superficiale di polveri di natura prettamente carboniosa. Spessore 2 - 4 µm.

intonachino pittorico compatto e liscio,



giornate di lavoro, intorno a volto, capelli e cartiglio, evidenti; linee di composizione della resa plastica del collo sono decise; superfici altamente compromesse da efflorescenze e subflorescenze sa line; cromia originale alterata da sbiancamenti causati da stesure filiformi del liquido restaurativo; evidenti perdite di pellicola pittorica, ritoccate nel recente intervento.

Tassello di pulitura con carbonato ammonio; cromie originali riprendono il loro



candore; impasto di supporto costituito da un composto a base di calcare; doratura a missione e fortemente compromessa dalla stesura superficiale di protezione altamente irrigidita; si evidenzia tracce di foglia d'oro; Estese zone con decozioni strutturali; presenza di crepe di assestamento e ritiro della materia.

Punto di prelievo campione P1
Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale di colore bluastro

Zona di prelievo: volta dipinta dal Procaccini

Scopo dell'indagine: caratterizzazione impasto
Elenco analisi eseguite: indagine mineralogico-petrografica sez. sottile
IMPASTO DI SOTTO-FONDO
Considerazioni sull'impasto: impasto di colore biancogriastro ottenuto dalla

mescola di calcare aerea e un aggregato misto a base di una sabbia arenacea silicatica (metamorfite) e vulcaniti erocaccinogesse o cristalline. Dal punto di vista granulometrico prevale la frazione arenacea media (0.5-0.25 mm). Il rapporto aggregato/legante è pari a circa 2/1.

INTONACHINO PITTORICO
Considerazioni sull'impasto

Impasto superficiale di colore nocciola giallino attribuibile ad una mescola di calcare aerea e un aggregato a base di marmo cristallino e poco quarzo cristallino di dimensioni comprese tra 0.5 mm e 0.03 mm. L'impasto risulta pigmentato con una fine dispersione di nero carbone e pigmenti ocraei. Il rapporto aggregato/legante è pari a circa 3.5/1.



Punto di prelievo del campione P2

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale di colore verde

Zona di prelievo: volta dipinta dal Procaccini

Scopo dell'indagine: verifica stratigrafica con identificazione dei leganti e dei pigmenti

Elenco analisi eseguite: osservazioni in sezione lucida, indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR) e alla microsonda elettronica (EDS)

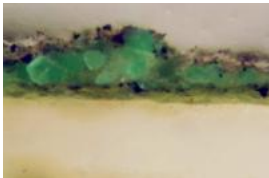
Verifica della sequenza stratigrafica e caratterizzazione degli strati pittorici

Strato n. 1: intonaco di sottofondo a base di calcare e sabbia prettamente carbonatica

Strato n. 2: sottile strato pittorico di fondo di colore verde opaco, poco adesivo al supporto sottostante, riconducibile ad una pennellata a base di carbonato di calcio, terra verde, ossalato di calcio e gesso secondario. Tale composizione è stata dedotta sulla base dei risultati dell'indagine alla microsonda elettronica (EDS) che ha registrato la presenza di calcio, zolfo, silicio, alluminio, ferro, magnesio, potassio, carbonio e ossigeno. Dalle caratteristiche morfologiche dell'interfaccia intonaco/pittura e dai risultati analitici si ritiene che si tratti con buona probabilità di una pittura a tempera. Spessore 20 - 35 µm.

Strato n. 3: irregolare strato pittorico costituito da grossolani cristalli di forma rotondeggiante di colore verde bottiglia chiaro dove la analisi alla microsonda elettronica (EDS) che ha registrato la presenza di rame accompagnato da piccole percentuali di elementi quali il calcio, lo zolfo, il silicio, l'alluminio, il ferro, carbonio e ossigeno. Dalle caratteristiche morfologiche e cromatiche dei pigmenti e dai risultati analitici si desume che si tratta di una tempera a base di malachite e colla animale fortemente ossidata in ossalato di calcio. Spessore 20 - 100 µm.

Strato n. 4: sottile strato superficiale costituito da una mescola di gesso secondario, poco carbonato di calcio e polveri di natura prettamente carboniosa. Spessore 5 - 20 µm.



Qui ben visibile la pennellata di fondo a base di terra verde e i cristalli di malachite che caratterizzano la pittura superficiale. Sezione Lucida, Luce riflessa, 400 X, N/I



Punto di prelievo campione P4

Tipo di prelievo: frammento di stucco con pittura beige superficiale

Zona di prelievo: volta dipinta dal Procaccini

Scopo dell'indagine: verifica sequenza strat.

Elenco analisi eseguite: osservazioni in sezione lucida

Verifica della sequenza stratigrafica

L'osservazione microscopica del frammento pittorico in studio mostra la successione di quattro diversi strati.

Strato n. 1: impasto di sottofondo di colore e biancastro costituito da un impasto di calcare aerea e frammenti di roccia carbonatica

Strato n. 2: sottile pennellata di aspetto resinoso e di colore ambrato. Spessore 5 - 10 mm;

Strato n. 3: strato pittorico di colore bianco. Spessore 20-35 mm;

Strato n. 4: sottile pennellata superficiale costituita da una matrice di aspetto resinoso e coliforme, di colore ambrato, frammentata a polveri e particelle di natura prettamente carboniosa. Spessore 0 - 15 mm.

Punto di prelievo campione P5

Tipo di prelievo: frammento di stucco con doratura superficiale

Zona di prelievo: volta dipinta dal Procaccini

Scopo dell'indagine: caratterizzazione impasto e verifica sequenza stratigrafica

Elenco analisi eseguite: studio mineralogico-petrografico in sezione e sottile e osservazioni in sezione e lucida.

Verifica della sequenza stratigrafica

Strato n. 1: impasto di sottofondo di colore e biancastro costituito da un impasto di calcare aerea e frammenti di marmo

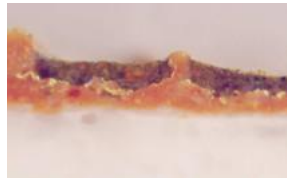
Strato n. 2: stesura di colore aranciato, molto fluorescente e irradiato con luce U.V., riconducibile ad un mordente probabilmente a base di olio siccativo, resina naturale (missione oleoresinosa) caricato con biacca, minio e/o particelle ocraei, steso per applicazione della successiva lami metallica. Spessore 40 - 150 µm;

QUARTA CAPPELLA
CESARE PROCACCINI

Volta e lunetta

Strato n. 3: sottile lami metallica di colore giallo-vivo per la cui esatta caratterizzazione sarebbero necessari eseguire indagini alla microsonda elettronica (EDS). Spessore 0.2 - 4 µm;

Strato n. 4: stesura superficiale di colore brunoastro, non fluorescente se irradiata con luce U.V., riconducibile, con ogni probabilità, ad una mescola di pigmenti ocraei e/o terre colorate e un medium di natura proteica o resinosa. Spessore 30 - 75 µm.



La foto riprende la situazione stratigrafica del campione in studio caratterizzata da una doratura applicata su una missione e oleoresinosa pigmentata. In superficie una stesura di colore brunoastro. Sezione Lucida, Luce riflessa, 200 X, N/I



Punto di prelievo campione P6

Tipo di prelievo: polveri e frammenti di intonaco

Zona di prelievo: volta dipinta dal Procaccini

Scopo dell'indagine: verifica della presenza di

Sali solubili e loro determinazioni quantitative

Elenco analisi eseguite: analisi quantitativa dei

Sali solubili mediante cromatografia ionica HPLC.

L'analisi mediante cromatografia ionica ha evidenziato un contenuto salino piuttosto elevato dove le specie predominanti sono riconducibili a solfati seguiti da quantità più modeste di nitrati e cloruri. Si tratta di sali particolarmente pericolosi in quanto inducono un repentino degrado chimico-fisico di tutte le strutture lapidee e sono dotate di una elevata mobilità capillare anche in presenza di un basso tenore di umidità. I solfati sono inoltre igroscopici e trattengono un elevato contenuto d'acqua all'interno della muratura.



P3

Tassello di pulitura



Pulitura superficiale con spugna wis hab; intonachino pittorico ben compatto con risultato superficiale liscio; Si evidenziano tracce delle incisioni del riporto del disegno;

tecnica pittorica ad affresco con alterazione superficiale da deposito carbonatico e perdite localizzate puntiformi a causa della presenza di efflorescenze saline.



Punto di prelievo campione P3

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale verde

Zona di prelievo: lunetta dipinta dal Procaccini

Scopo dell'indagine: verifica sequenza stratigrafica con identificazione dei pigmenti e dei leganti

Elenco analisi eseguite: osservazioni in sezione

lucida, indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR) e alla microsonda elettronica (EDS).

Verifica sequenza stratigrafica/caratterizzazione strati superficiali

Strato n. 1: resti di intonachino pitt. a base di calcare e sabbia fine

Strato n. 2: strato pittorico di fondo costituito da una matrice biancastra in cui sono disperse irregolari e rare particelle di colore e azzurro chiaro caratterizzate da bordi taglienti e conoidi. L'indagine alla microsonda elettronica (EDS) ha registrato la presenza di silicio, calcio, zolfo, alluminio, ferro, magnesio, potassio, cobalto, arsenico, carbonio e ossigeno. Si desume che si tratti di una pittura alla calcare (imprimatura) a base di carbonato di calcio, parzialmente alterato in gesso, e azzurro di smalto. Spessore 90 - 110 mm;

Strato n. 3: sottile e irregolare strato pittorico superficiale costituito da una mescola di terra verde, carbonato di calcio, gesso secondario, poco nero carbone, colla animale o uovo parzialmente alterato in ossalato di calcio. Si tratta di una tempera la cui composizione è stata dedotta sulla base dei risultati dell'indagine spettrofotometrica all'infrarosso e dell'analisi alla EDS che ha rilevato la presenza di calcio, zolfo, silicio, alluminio, ferro, magnesio, potassio, carbonio e ossigeno. Spessore 15 - 50 µm.

PARETE DI CONTROFACCIATA DIPINTO SETTECENTESCO lunetta



L1 Tassello di pittura a secco



Tassello di pittura con spugna e wishab; intonachino pittorico ben coeso e non particolarmente schiacciato; l'asportazione del deposito di sporco carbonioso ha messo in evidenza le caratteristiche materiche della tecnica pittorica a secco;

alterazione superficiale diffusa che fa presupporre e la presenza di una sostanza filmogena di protezione o l'alterazione del legante pittorico.



Punto di prelievo del campione L1

Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale blu
Zona di prelievo: lunetta di controfacciata

Scopo dell'indagine: Verifica della sequenza stratigrafica con identificazione dei pigmenti e dei leganti

Elenco analisi eseguite: Osservazioni in sezione e lucida, indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR) e alla microsonda elettronica (EDS)

Verifica della sequenza stratigrafica e caratterizzazione degli strati superficiali

L'osservazione microscopica del frammento pittorico in studio mostra la successione di tre diversi strati. Corredando le caratteristiche microscopiche e dei pigmenti con le indagini alla microsonda elettronica e l'analisi spettrofotometrica all'infrarosso è stato possibile determinare la natura chimica di ciascun strato la cui descrizione è riportata di seguito.

Strato n. 1: resti di intonachino pittorico a base di calcare e sabbia fina

Strato n. 2: strato pittorico di fondo costituito da una matrice di fondo biancastra in cui sono dispersi numerosi cristalli di colore rosso e qualche rara particella nero-carboniosa. L'indagine alla microsonda elettronica (EDS) ha registrato la presenza di silicio, calcio, zolfo, alluminio, ferro, magnesio, carbonio e ossigeno. Sulla base dei risultati strumentali e dalle caratteristiche microscopiche dei pigmenti si desume che si tratta di una *pittura alla calce* (*imprimitura*) a base di **carbonato di calcio**, parzialmente alterato in **gesso**, **ocra rossa**, **ematite** e raro **nero carbone**.

Spessore 100 - 130 µm;

Strato n. 3: strato pittorico superficiale costituito da una miscela di *oltremare artificiale*, **carbonato di calcio**, **gesso**, **barite**, poco **verde di cromo trasparente**, qualche rara *particella ocrea* e *colla animale* parzialmente alterata in **ossalato di calcio**. Si tratta di una *tempera* la cui composizione è stata dedotta sulla base dei risultati dell'indagine spettrofotometrica all'infrarosso e dell'analisi all'EDS che ha rilevato la presenza di calcio, zolfo, silicio, alluminio, ferro, magnesio, potassio, sodio, bario, cromo, carbonio e ossigeno. Spessore di 70 - 130 µm.



Foto del campione in studio dove si osserva lo stato d'imprimitura rosso a base di calce e pigmenti ocreaci su cui insiste la pennellata blu a base di

Voltino



V1 Tassello di pittura a secco



Pulitura superficiale wishab; l'eliminazione dello sporco superficiale ha messo in luce la tecnica pittorica particolarmente materica ben coesa e in buono stato di conservazione.



Punto prelievo campione V1

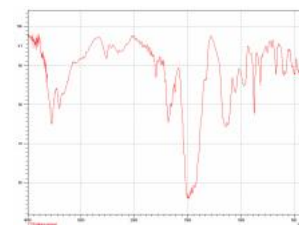
Tipo di prelievo: frammento di intonaco con pittura superficiale verde

Zona di prelievo: voltino

Scopo dell'indagine: Verifica della sequenza stratigrafica con identificazione dei pigmenti e dei leganti

Elenco analisi eseguite: Osservazioni in sezione e lucida, indagini spettrofotometriche all'infrarosso (FTIR) e alla microsonda elettronica (EDS).

Analisi spettrofotometrica all'infrarosso



Spettro FTIR degli strati pittorici superficiali

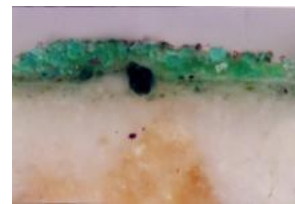
Verifica della sequenza stratigrafica e caratterizzazione degli strati pittorici

Strato n. 1: intonaco di sottofondo a base di calcare e sabbia fina di natura silicatico-carbonatica

Strato n. 2: sottile strato pittorico di fondo costituito da una matrice di colore bianco dove sono dispersi rari e talora grossolani cristalli di colore verde. L'indagine alla microsonda elettronica (EDS) ha registrato la presenza di calcio, silicio, ferro, potassio, magnesio, alluminio, zolfo, carbonio e ossigeno. Sulla base dei risultati analitici si desume che si tratta di una *pittura alla calce* a base di **carbonato di calcio**, **terra verde**, **ossalato di calcio** e **gesso secondario**. Spessore 50 - 100 µm;

Strato n. 3: irregolare strato pittorico costituito da grossolani cristalli di forma rotondeggiante di colore verde bottiglia chiaro e qualche raro cristallo di colore blu dove l'analisi alla microsonda elettronica (EDS) che ha registrato la presenza di rame, calcio, zolfo, silicio, carbonio e ossigeno. Dalle caratteristiche morfologiche e cromatiche dei pigmenti e dai risultati analitici si desume che si tratta di una *tempera* a base di **malachite**, impura per la presenza di qualche cristallo di **azzurrite**, e **colla animale** fortemente ossidata in **ossalato di calcio**. Spessore 50 - 80 µm;

Strato n. 4: sottile deposito superficiale costituito da polveri di natura prettamente carboniosa. Spessore 5 - 10 µm.



La foto mostra gli strati pittorici che caratterizzano il campione in studio. Sezione Lucida, Luce riflessa, 200 X N//

Conclusioni

IMPASTI ARTIFICIALI

Lo studio in sezione e sottile condotto in microscopia polarizzata ha permesso di caratterizzare gli impasti artificiali sia dal punto di vista compositivo che tessiturale.

Gli unici campioni che presentano strette somiglianze compositive sono il campione F4 e il campione C4. Si tratta di stucchi di colore bianco-astro ottenuti dalla miscela di *calce aerea* e un aggregato a base di marmo cristallino e pochissimo quarzo cristallino di dimensioni comprese tra 0.5 mm e 0.03 mm. Il rapporto areale aggregato/legante è stimato a circa 4-4.5/1 (impasti *magri*).

Il campione P5 è riconoscibile ad uno stucco biancastro di composizione simile ai due precedenti dove si è utilizzato un aggregato a grana più fine e un rapporto areale aggregato/legante molto più basso (1.5/1).

DECORAZIONI

Lo studio microscopico abbinato alle indagini chimico-strumentali ha permesso di individuare in modo puntuale le sequenze stratigrafiche e la tecnica pittorica utilizzata nella realizzazione delle decorazioni. In tal modo si è potuto appurare che per la realizzazione delle decorazioni si è utilizzata una tecnica pittorica mista: talune stesure sono stese *à fresco* e altre a secco (*tempera*).

DORATURE DEGLI STUCCHI

È interessante sottolineare e che le dorature degli stucchi sono realizzate tutte con lamina metallica stesa a missina.

SALINE EFFLORESCENZE SALINE

Si tratta di specie saline particolarmente solubili in acqua, dotate di una elevata mobilità e di una notevole azione disgregatrice nei confronti dei paramenti lapidei. I soffitti sono inoltre igroscopici e trattengono un elevato contenuto d'acqua all'interno della muratura. Vista rilevata concentrazioni registrate e data la pericolosità delle specie evidenziate, si ritiene indispensabile procedere ad una loro estrazione mediante l'utilizzo di impacchi con polpa di carta e acqua deionizzata (o in alternativa utilizzando resine scambiatrici di ioni) prima di qualsiasi operazione di restauro. Sarebbe inoltre opportuno valutare la loro origine e stabilire se si tratta di un fenomeno che interessa solamente gli impasti artificiali superficiali o anche quelli più profondi e la muratura.

IMPRESA ESECUTRICE:

ARC IPOGRIFO di Elena Astolfi
Giacomini Raffaella

ANALISI DI LABORATORIO:

PROARTE s.n.c. di G. Mani & C.

DIREZIONE LAVORI:

Dott.arch. Roberta Tongini Folli
Dott. Ing. Marco Plebari