

Indagini diagnostiche sul dipinto murale di Gino Grimaldi

Donata Magrini, Cristiano Riminesi, Fabio Fratini

f.fratini@icvbc.cnr.it



Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali



Le indagini diagnostiche effettuate sul dipinto murale hanno avuto come obiettivo lo **studio dei materiali** e **dello stato di conservazione** delle superfici.

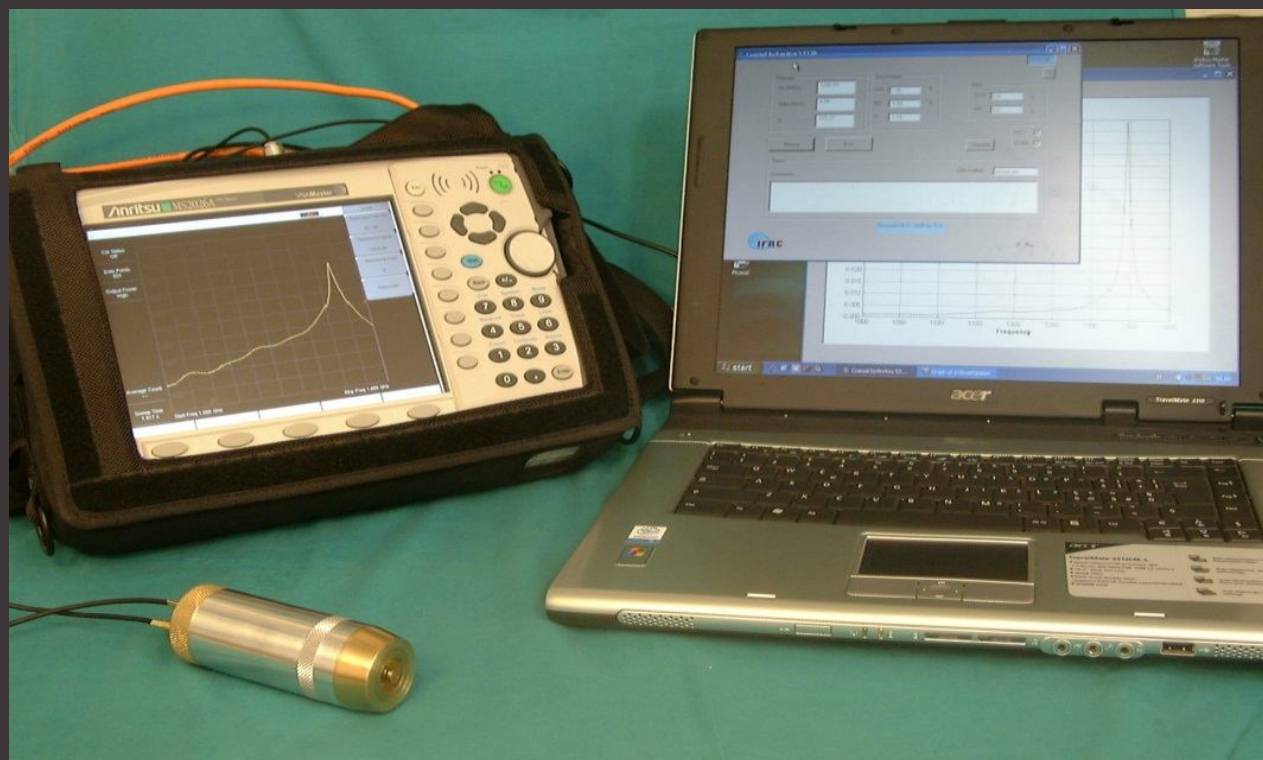
INDAGINI NON INVASIVE

- riprese termografiche
 - dielettrometria a microonde (SUSI)
- } localizzare aree caratterizzate da un elevato indice di **umidità** e di presenza di **sali**
- fluorescenza indotta da radiazione UV → per valutare e mappare eventuali **materiali organici** (leganti, protettivi, coloranti...)
 - fluorescenza a raggi X (XRF) → caratterizzazione elementare dei pigmenti impiegati

INDAGINI MICRO-INVASIVE

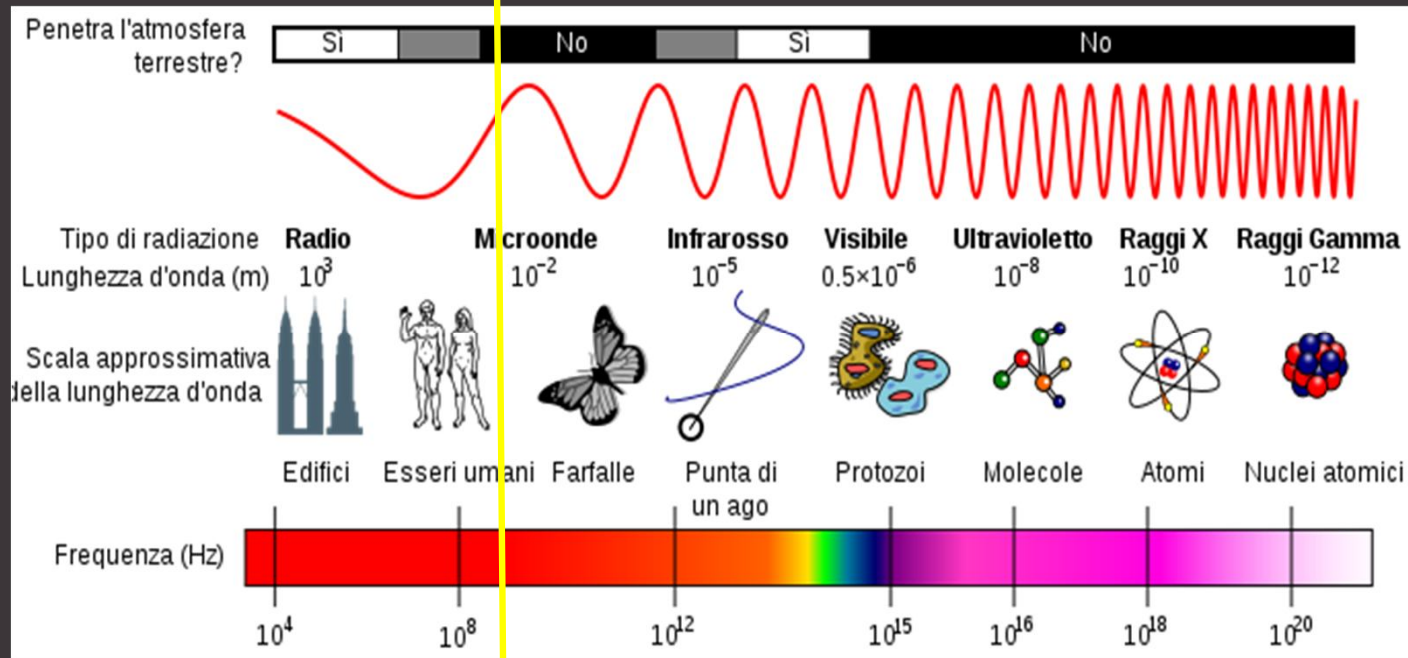
- spettroscopia IR (FT-IR)
 - diffrazione a raggi X (XRD)
 - cromatografia ionica (IC)
 - Studio petrografico in sezione sottile
- } definire la natura delle **efflorescenze** e **cristallizzazioni saline** e delle **malte di supporto**

MISURA SUB-SUPERFICIALE DEL CONTENUTO DI UMIDITÀ E DELLA PRESENZA DI SALI CON TECNICA DIELETTROMETRICA A MICROONDE



Strumento di misura portatile non distruttivo
US Patent N. US 7,560,937 B2 (July 14, 2009)

Cosa sono le microonde?



↑ Microonde = radiazioni non ionizzanti



SUSI



DIELETTROMETRIA



si misura la costante dielettrica dei materiali

Costante dielettrica (permittività) = è un parametro, costitutivo dei materiali, che indica la capacità del materiale stesso di modificare un campo elettrico ad esso applicato

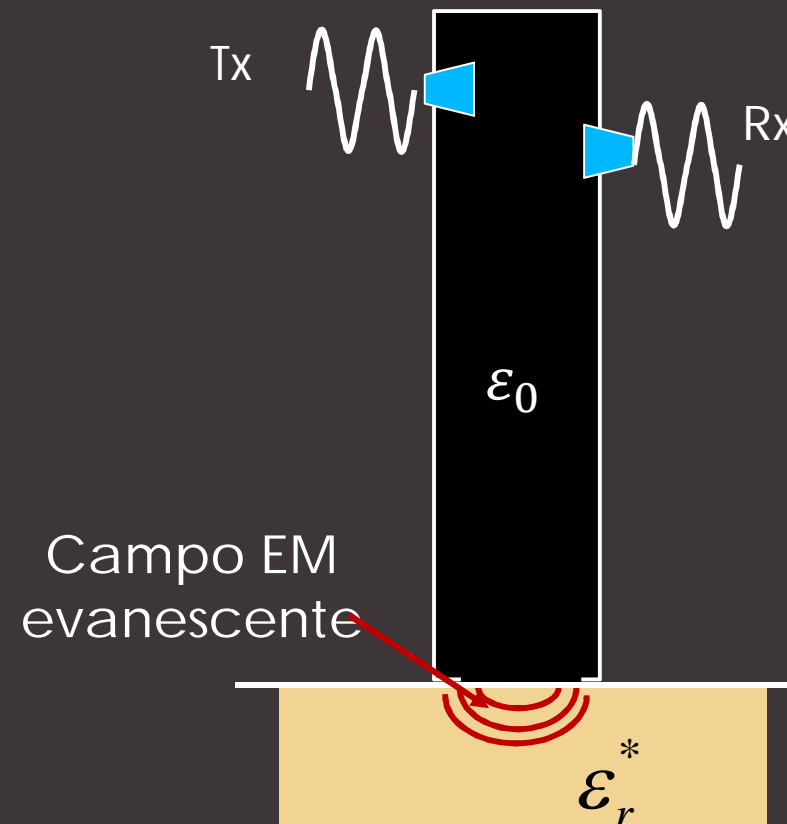
TECNICA DI MISURA

Al campione (in questo caso la parete dipinta) si applicano delle microonde mediante sensore a contatto (cavità risonante coassiale aperta) (*) e si misura la variazione che subiscono

Sfruttando l'elevata differenza di costante dielettrica tra acqua ($\epsilon' \approx 80$) e il materiale ospite (intonaco, malta, pietra) ($\epsilon' \approx 2-5$) è possibile determinare la presenza anche di piccole quantità di acqua

(*) Olmi R. *et al*, Meas. Sci. Technol., **17** (2006) 2281-2288

Sensore a contatto in cavità risonante aperta



Misura a contatto non distruttiva



SUSI - Caratteristiche tecniche



- **Caratteristiche**
- Misura a contatto **non-distruttiva**
- Misura sub-superficiale fino a ~2 cm di profondità
- Umidità (MC): 2-20 %
- Indice di salinità (SI): 1-10

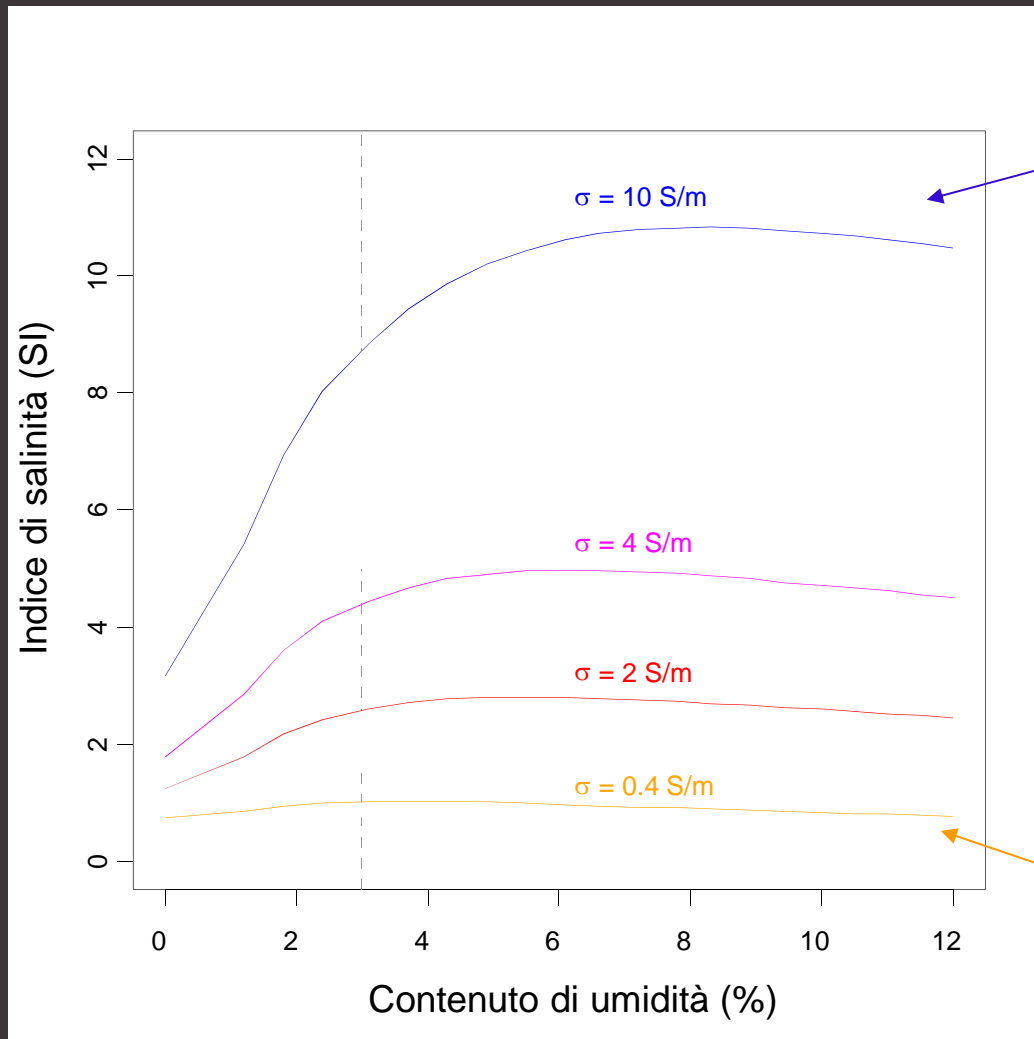
- **Vantaggi**
- Strumento portatile
- Elevata riproducibilità della misura
- Elevata sensibilità
- Risposta in tempo reale

- **Svantaggi**
- Dipendenza dal materiale, calibrazione necessaria

SUSI - l'indice di salinità



È UNA MISURA INDIRETTA DELLA CONDUCIBILITÀ DELLA SOLUZIONE PRESENTE NEI PORI DEL MATERIALE



Soluzione 2 mol/l $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

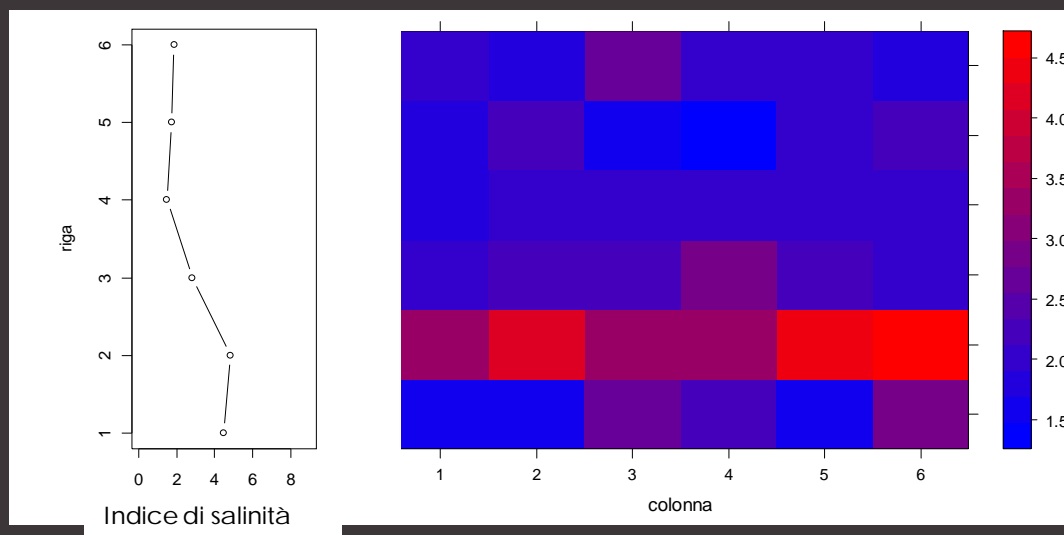
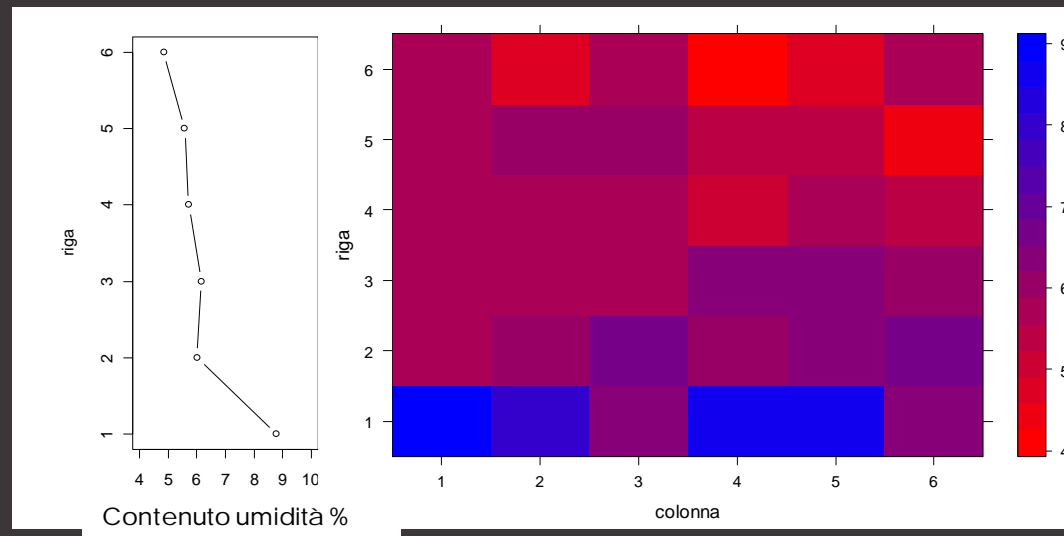
SI è indipendente dal Contenuto Umidità se questo è > 3

Soluzione con bassa concentrazione di sale

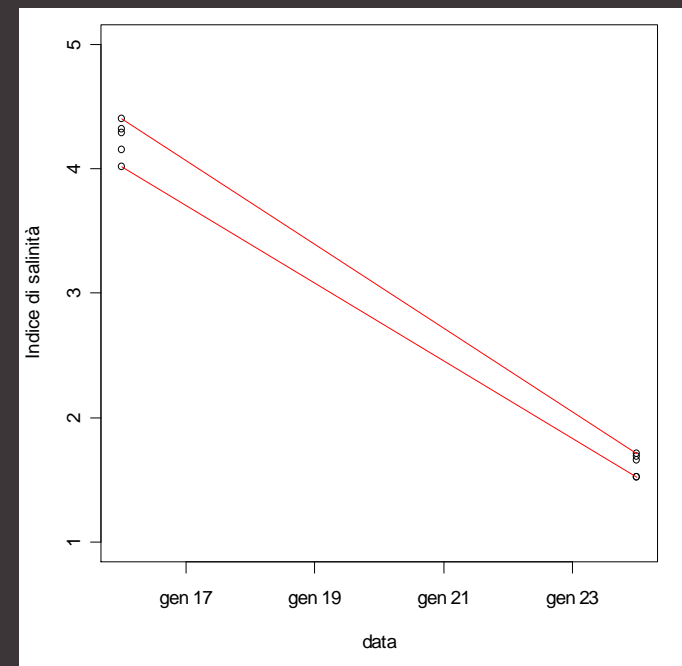
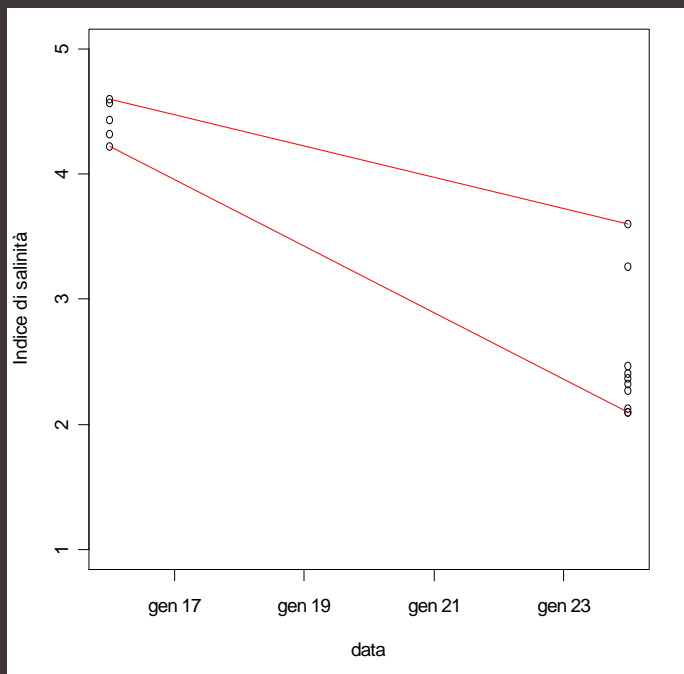
Valutazione della presenza di umidità e di sali



La leggenda di S. Alessio



Scelta e valutazione dell'efficacia di impacchi assorbenti

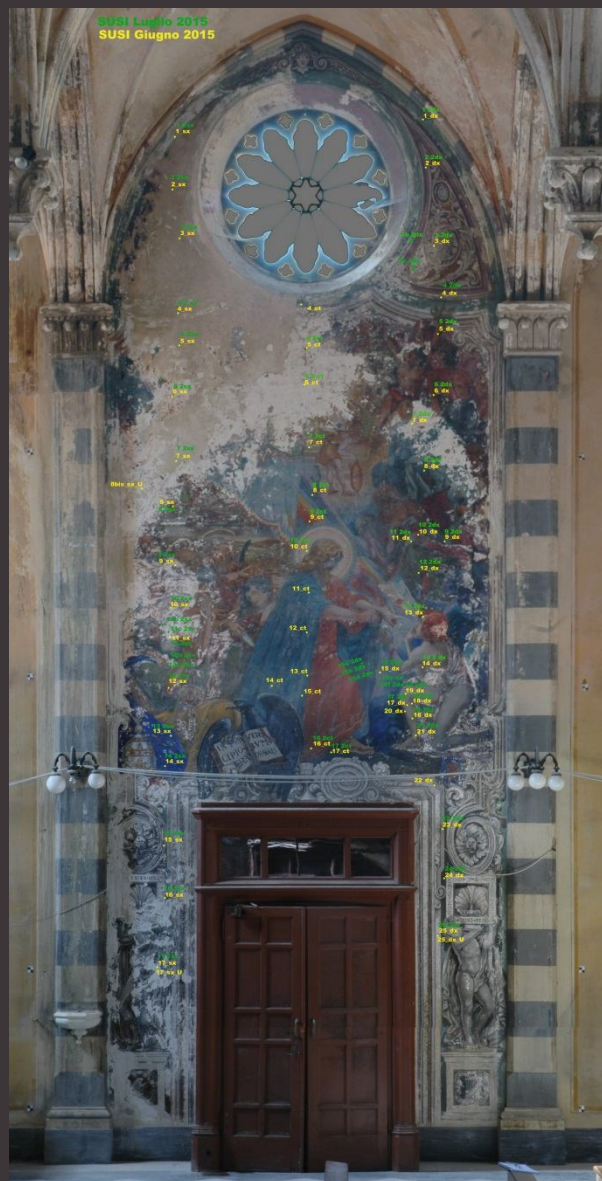


Loggetta dell'Allori, Palazzo Pitti, Firenze



SUSI



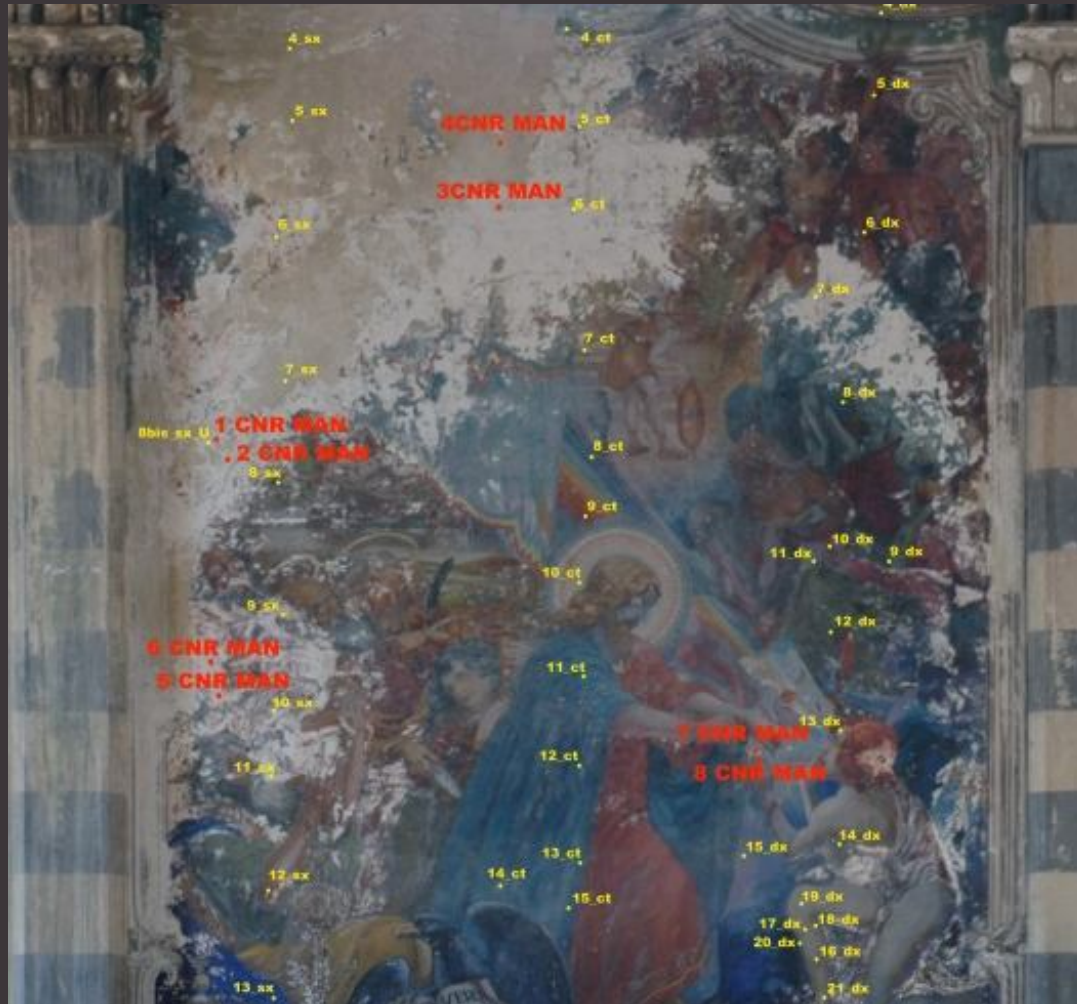


TRANSETTO OVEST

L'elaborazione delle misure è ancora in corso. I risultati preliminari indicano un elevato contenuto di umidità e di Sali soprattutto nella parte sx del transetto ovest



TRANSETTO EST



I campioni (**Indicati in rosso**) sono stati prelevati a coppia per ogni punto scelto, uno più superficiale e uno in profondità, in vicinanza dei punti indagati con SUSI

Sono stati analizzati con FT-IR, XRD, CI

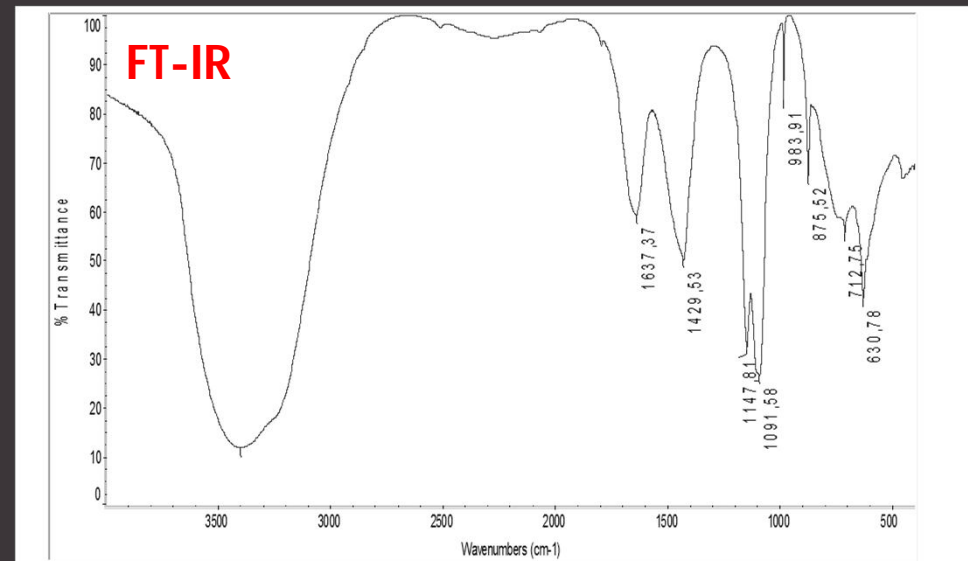
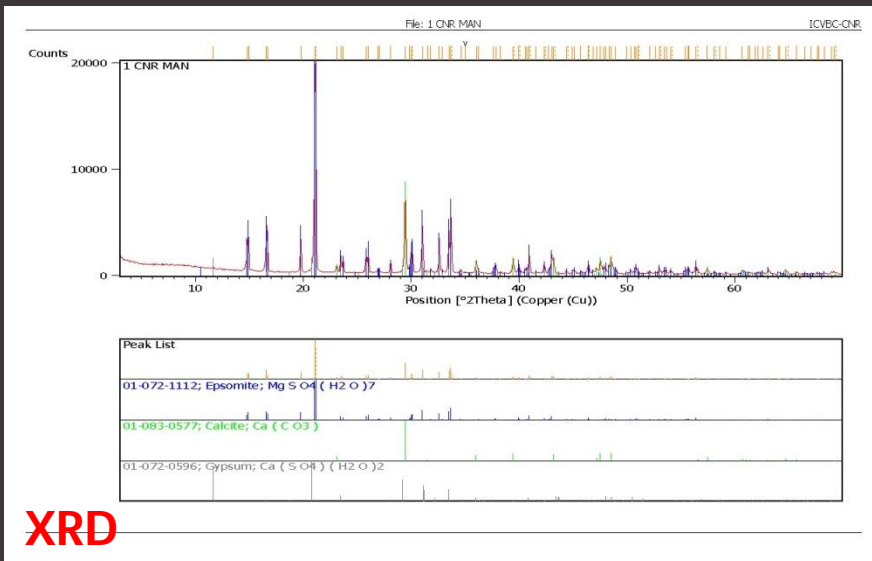


CAMPIONAMENTO



CI

Fluoruri (%)	Cloruri (%)	Nitriti (%)	Nitrati (%)	Fosfati (%)	Solfati (%)	Ossalati (%)	Potassio (%)	Ammonio (%)	Sodio (%)	Magnesio (%)	Calcio (%)
0,123	0,011	0,000	0,022	0,000	40,397	0,000	0,083	0,001	0,164	11,583	1,723
Fluoruri (µeq)	Cloruri (µeq)	Nitriti (µeq)	Nitrati (µeq)	Fosfati (µeq)	Solfati (µeq)	Ossalati (µeq)	Potassio (µeq)	Ammonio (µeq)	Sodio (µeq)	Magnesio (µeq)	Calcio (µeq)
2,72	0,13	0,00	0,15	0,00	352,83	0,00	0,89	0,03	3,00	399,72	36,08





CAMPIONAMENTO – risultati indagini



	Descrizione punto di campionamento	risultati
1 CNR MAN	efflorescenza vicino al punto SUSI X8_sx_U. Prelievo superficiale	epsomite ($MgSO_4 \cdot 7(H_2O)$), calcite gesso (tr)
2 CNR MAN	lungo la crepa dell'arco tamponato sulla sx dove c'è il pappagallo. Prelievo più profondo	calcite, quarzo, gesso plagioclasti, ossalati (wewhellite), clorite (tr)
3 CNR MAN	Alla stessa altezza del campione 2 al centro della parete. Prelievo superficiale	epsomite ($MgSO_4 \cdot 7(H_2O)$), calcite gesso (tr)
4 CNR MAN	Al centro della parete vicino al 3. Prelievo più profondo	calcite, quarzo, gesso, dolomite, KFeldspati, ossalati(wewhellite), clorite (tr)
5 CNR MAN	sul piano centrale del ponteggio sopra l'aureola del personaggio a sx. prelievo superficiale	epsomite ($MgSO_4 \cdot 7(H_2O)$), calcite
6 CNR MAN	sotto il campione 5 alla sx del personaggio sotto. Prelievo in profondità	calcite, quarzo dolomite, K Feldspati, muscovite, clorite (tr)



prelievi interni – calcite, e in tracce idromagnesite, quarzo, gesso, feldspati, ossalato di Ca
efflorescenze superficiali - epsomite (solfato di magnesio), calcite e tracce di gesso



FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA



L'osservazione della fluorescenza UV può evidenziare e/o differenziare la presenza di materiali non distinguibili nel visibile

La fluorescenza riguarda in particolare materiali organici (**leganti, vernici...**)

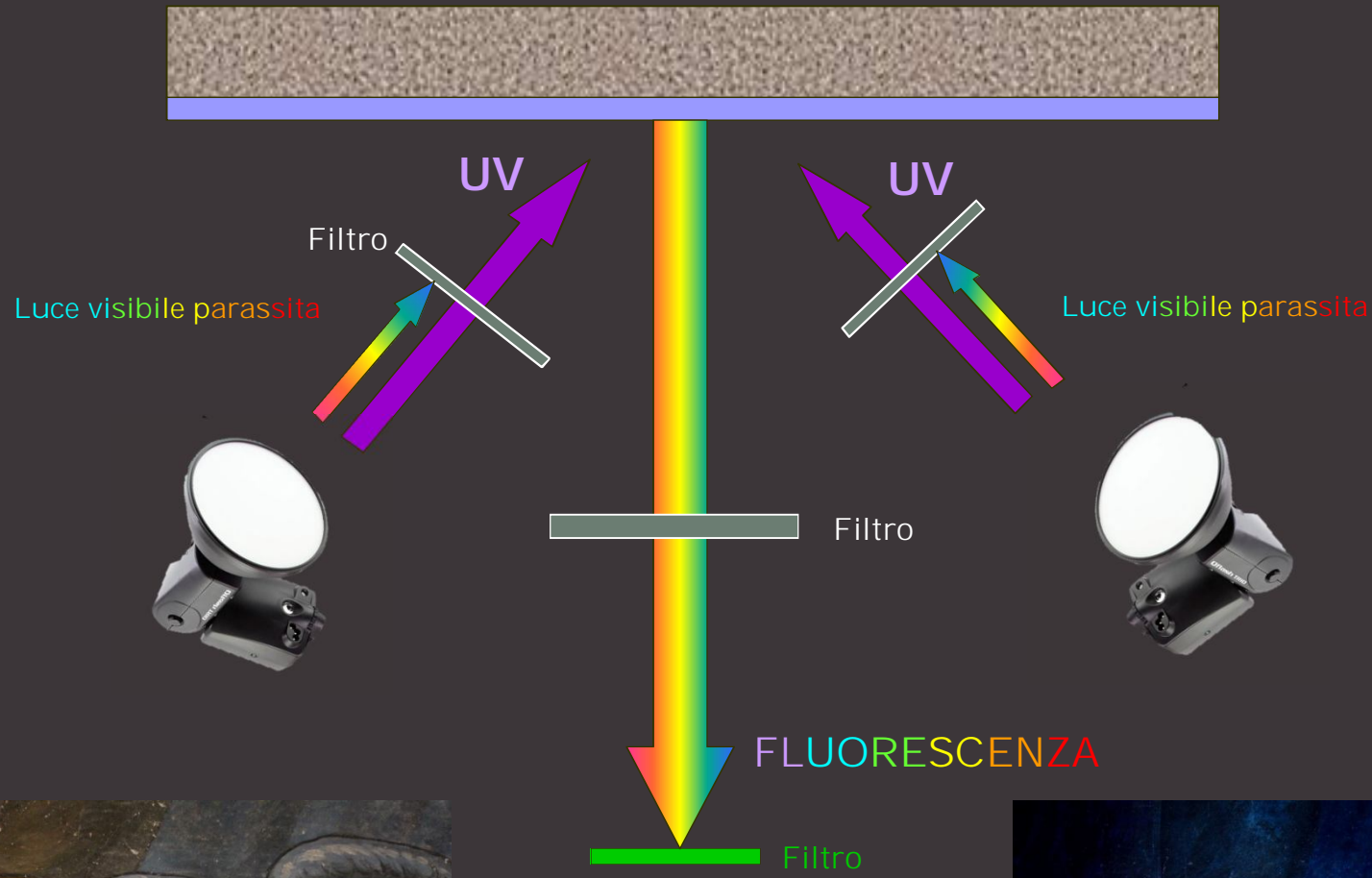
TECNICA DI MISURA

Quando un'opera viene irraggiata con una radiazione di lunghezza d'onda compresa nella regione dell'ultravioletto, tale radiazione viene in parte riflessa e in parte assorbita dagli strati superficiali.

Parte dell'energia assorbita viene quindi nuovamente emessa per fluorescenza e viene esaminata solo la componente nella banda del visibile (400-700 nm).



FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA – SET UP





FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA



Le indagini sono state condotte sul transetto ovest, sulle superfici inferiori ai lati della porta del transetto est e sul Cristo Redentore.

Si sono evidenziate aree con emissione di fluorescenza di varia intensità e tonalità, distribuite più o meno uniformemente sulle superfici.



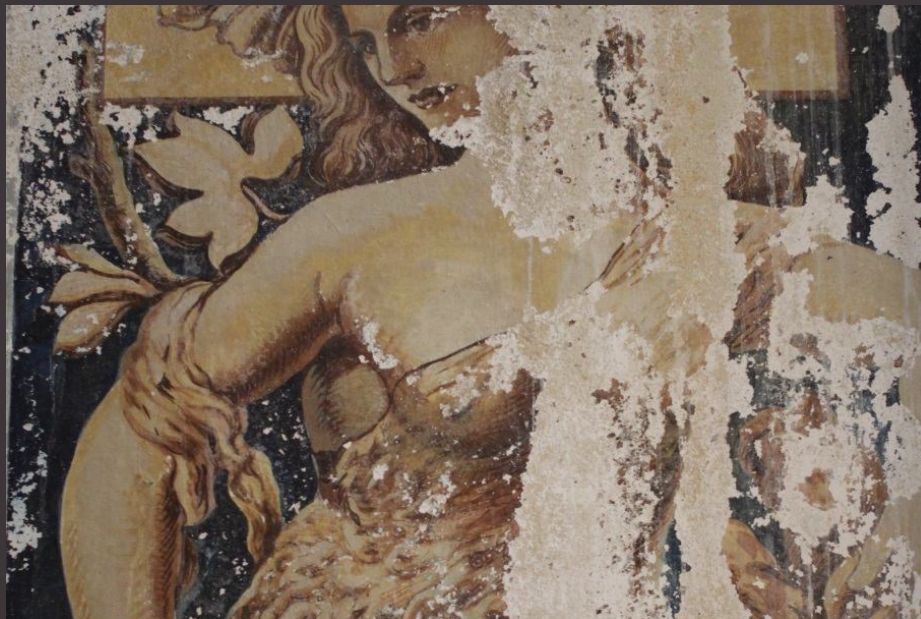
Leggera emissione di fluorescenza con tonalità blu in corrispondenza di aree presumibilmente originali → **legante organico NO "a fresco"**

Tempera di natura proteica ?

Tecnica mista o "tempera grassa" con legante proteico e oleico



FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA



TRANSETTO EST



Su tutte le superfici si osserva una debole emissione di colore blu-violaceo dovuta alla fluorescenza parassita delle lampade. Tale fluorescenza è ben evidente in corrispondenza delle lacune dalle quali è visibile l'intonachino sottostante. Questa tipologia di materiale non è generalmente fluorescente e quindi, pur mostrando questa tonalità bluastra, si può affermare che il dipinto sia stato realizzato su uno strato di intonachino realizzato con grassello di calce senza l'impiego di un legante di origine organica.

Impiego di **bianco di zinco** (fluorescenza giallo limone) confermato da XRF

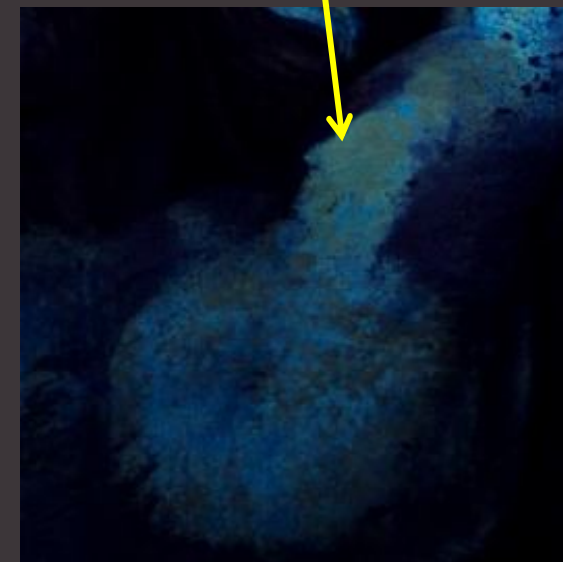
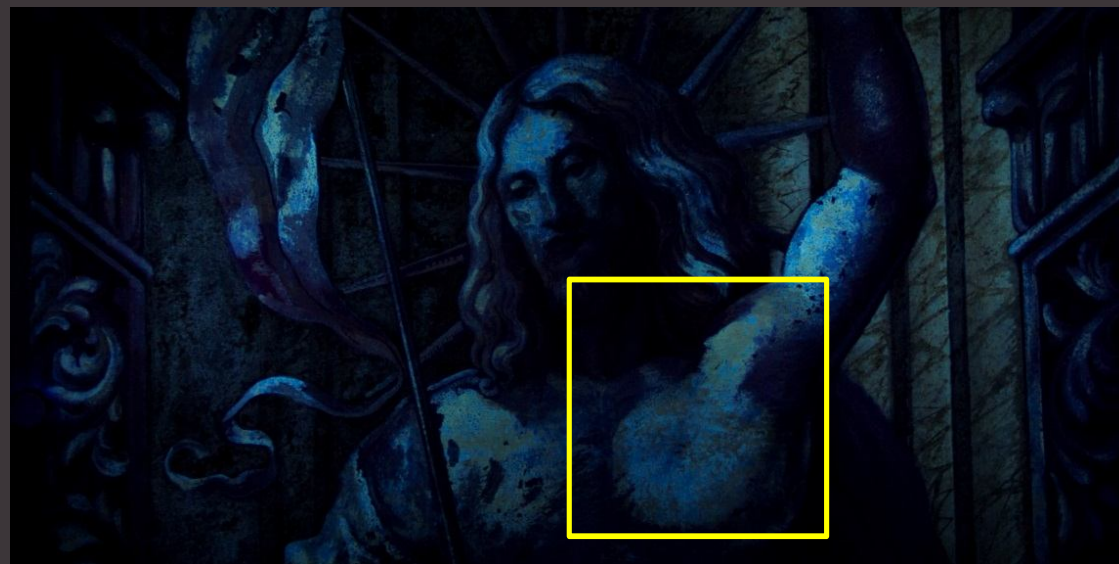


FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA



Assenza di fluorescenza giallo limone caratteristica del bianco di zinco ma **BIACCA** (XRF)

Fluorescenza gialla → **legante olio siccativo**



CRISTO REDENTORE



FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA



TRANSETTO OVEST



presenza di uno strato di intonaco a calce

Lo strato pittorico ha invece un'emissione che potrebbe indicare la presenza di una **tempera proteica**

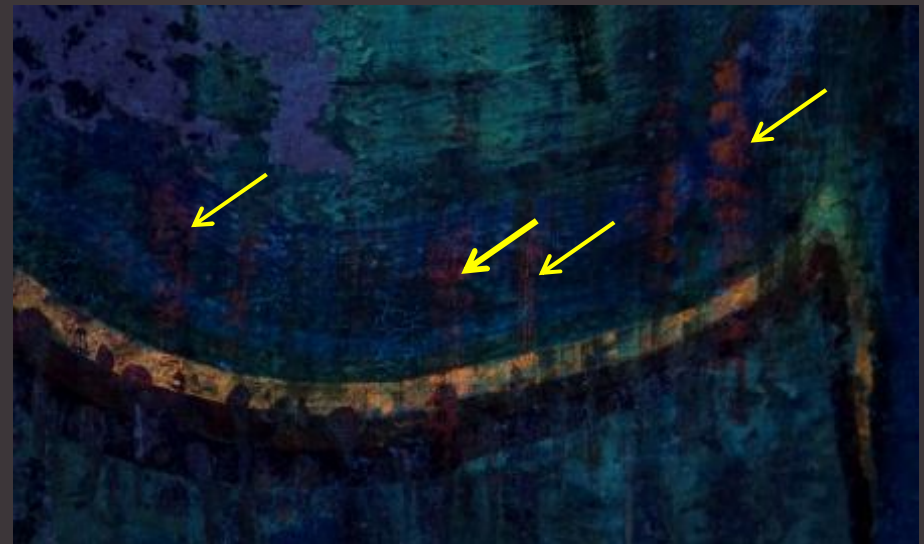
Pennellate bianche con fluorescenza arancio (ancora da chiarire la natura)



FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA



TRANSETTO OVEST





FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOioletta



TRANSETTO OVEST



FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA



TRANSETTO OVEST





FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA





FLUORESCENZA VISIBILE INDOTTA DA RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA

