

CONVEGNO TRA GEOLOGIA E GEOFISICA 2018

XV Workshop di Geofisica – VI Giornata di Formazione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe

Inter-departmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

dbc

DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
DELL'ARTE, DEL CINEMA
E DELLA MUSICA



Dipartimento di
Geoscienze

ICEA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE - ICEA
DEPARTMENT OF CIVIL, ARCHITECTURAL
AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

UNIPD @ POMPEI UN APPROCCIO INTEGRATO

MICHELE SECCO

6-7 dicembre 2018

Rovereto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, GEOLOGIA
E AMBIENTALE



U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I

COMPLESSO DELLE TERME DEL SARNO



COMPLESSO DELLE TERME DEL SARNO





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, GEOLOGIA
E AMBIENTALE, ICEA

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHITETTURA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, GEOLOGIA
E AMBIENTALE

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Cement, Mortar,
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, GEOLOGIA
E AMBIENTALE

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I



COMPLESSO DELLE TERME DEL SARNO

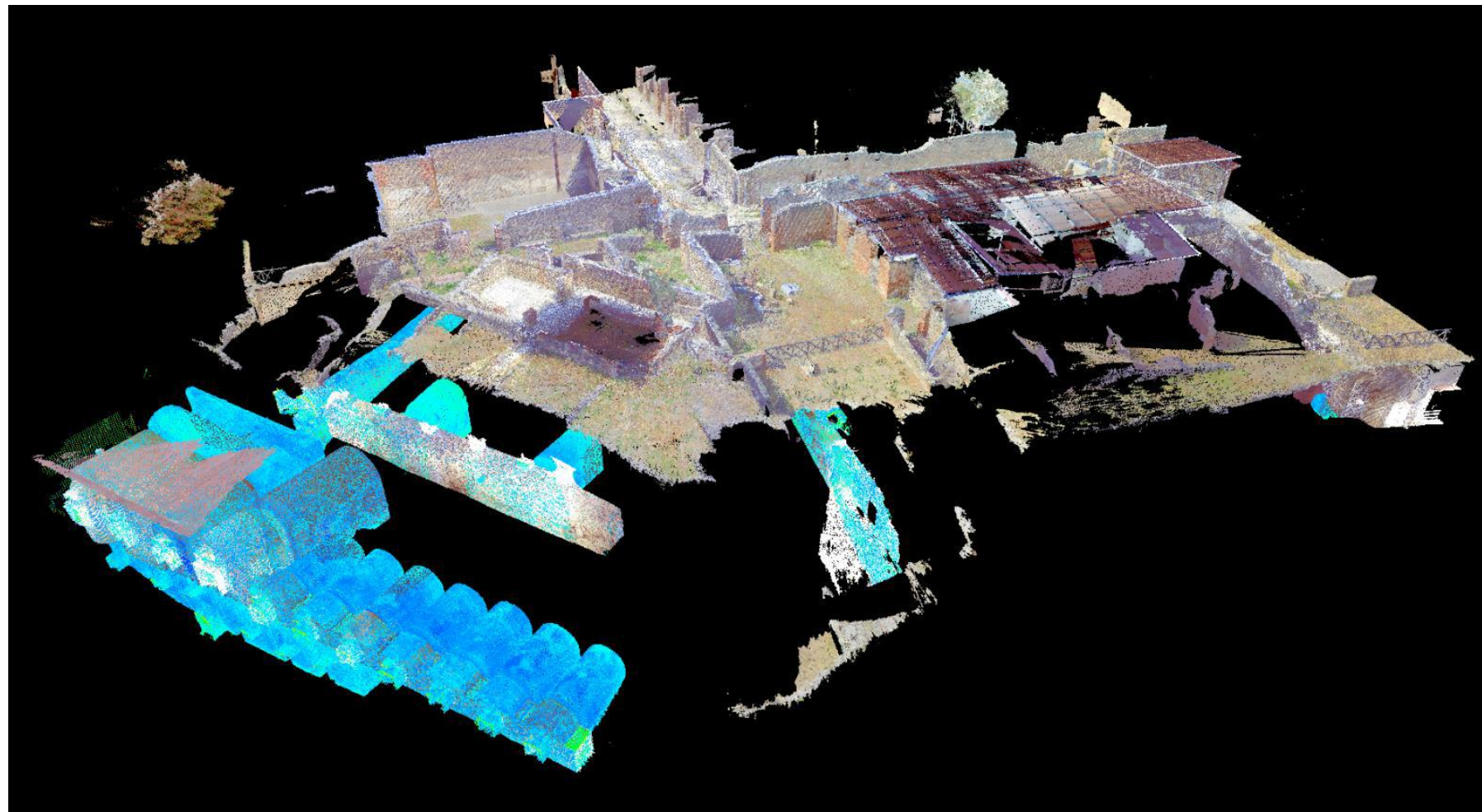
CRONOLOGIA

**Domus e piano/i inferiori:
età repubblicana (II sec. a.C.)**

**Accorpamento e
trasformazioni a partire da:**

- 1) età claudia** (Noack, Lehmann-Harteleben, 1936 e Pugliese Carratelli, Baldassarre, 1990)
- 2) prima età augustea** (Kolosky Ostrow, 1990)

**Ricostruzione: *post*
terremoto 62 d.C.**





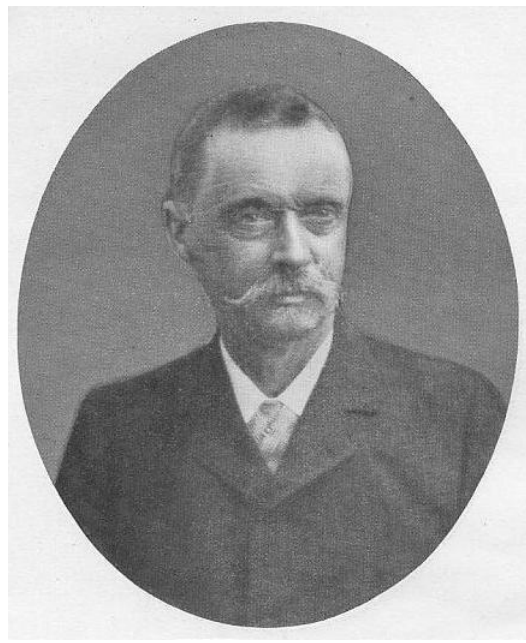
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEI SISTEMI E DELL'ICEA



U
N
I
P
D
@
P
O
M
P
E
I

PROGETTO MACH

Approcci metodologici multidisciplinari alla conoscenza, conservazione e valorizzazione dei beni culturali: applicazione ai siti archeologici (Progetto Strategico - Bando 2011 - prot. STPD11B3LB)

I risultati delle indagini a Pompei, Nora e Gortina

Principal Investigator e Responsabile UR3 (INDAGINI STRUTTURALI): prof. Claudio Modena (DICEA)

Responsabile UR2 (INDAGINI ARCHEOMETRICHE): prof. Gilberto Artioli (Geoscienze)

Responsabile UR1 (INDAGINI ARCHEOLOGICHE): prof. Francesca Ghedini (DBC)

**Principal Investigator e
Responsabile UR3: Claudio Modena**

Vladimiro Achilli
Rita Deiana
Beatrice Giacomazzi
Filippo Lorenzoni
Claudia Marson
Andrea Menin
Andrea Minello
Michele Monego
Federico Panarotto
Luca Rosato
Michele Salbe
Laura Schena
Sabrina Taffarel
Umberto Turrini
Maria Rosa Valluzzi

Responsabile UR2: Gilberto Artioli

Anna Addis
Ivana Angelini
Yotam Asscher
Caterina Canovaro
Gregorio Dal Sasso
Lara Maritan
Claudio Mazzoli
Rebecca Piovesan
Michele Secco
Alberta Silvestri

Responsabile UR1: Francesca Ghedini

Chiara Andreatta
Paolo Baronio
Leonardo Bernardi
Jacopo Bonetto
Cristina Boschetti
Maria Stella Busana
Vanessa Centola
Simone Dilaria
Alfonsina Esposito
Guido Furlan
Alessandro Mazzariol
Maria Chiara Metelli
Cristiano Nicosia
Caterina Previato
Monica Salvadori
Ludovica Savio
Clelia Sbrolli
Jessica Zugno



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
DELL'ARTE, DEL CRISTIANO
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, ICEA
ALTERNANDO GENIO, UNIVERSITÀ

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

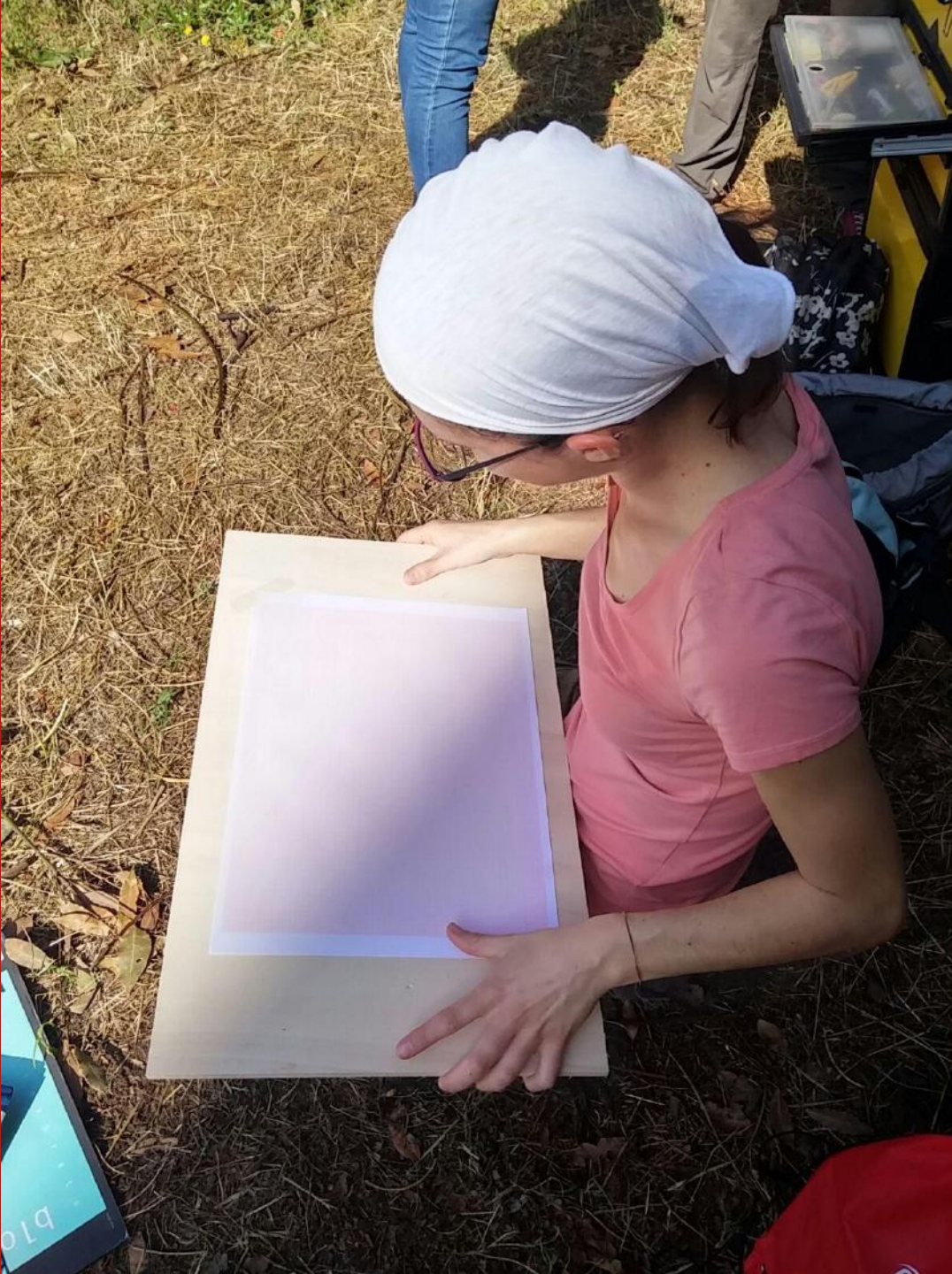
Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, ICEA
ALTERNANDO GEOTECNICO, UNIVERSITÀ

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEI SISTEMI E DELL'AMBIENTE - ICEA
ALTERNANDO SCIENZE, LABORATORIO

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, ICEA
ALTERNANDO GENIO, UNIVERSITÀ

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I



RACCOLTA E VERIFICA DATI D'ARCHIVIO

Verifica dei dati spaziali 3D e 2D esistenti e valutazione dei rilievi integrativi necessari

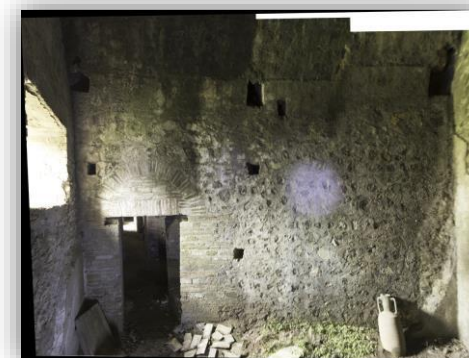
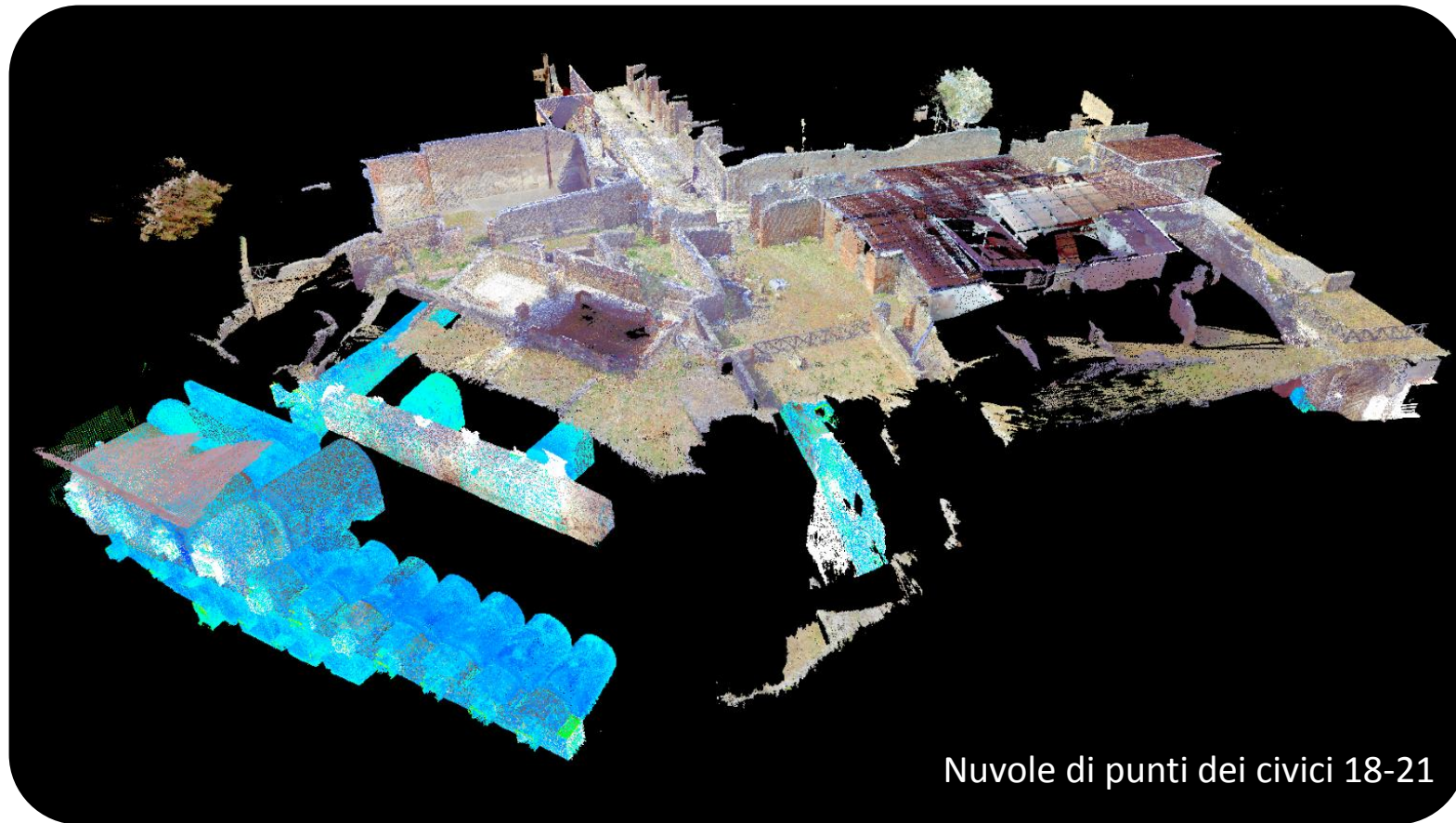


Foto e ortofoto degli ambienti interni

CAMPAGNA DI RILIEVO LRG

LASER SCANNING

- Laser Scanner a differenza di fase **FARO FOCUS 3D**
- **8 nuove scansioni** della facciata sud
- passo di campionamento di scansione: **7 mm @ 10 m**
- accuratezza sulle misure di distanza: 2 mm
- velocità di scansione 960 000 punti/sec



RETE DI INQUADRAMENTO

- materializzazione e misura di **6 nuovi vertici**, integrati alla rete di riferimento di Pompei (*total station Leica TCR1201*)
- misura delle coordinate dei **riferimenti** (sfere e target a scacchiera) usati per il rilievo laser e di **100 punti naturali** sulla facciata
- misura con metodologia **GNSS** di 3 vertici per la georeferenziazione della rete (*sistemi GNSS Leica serie 1200 e serie VIVA*)



RILIEVO FOTOGRAMMETRICO

- acquisizione di 165 **immagini ad alta risoluzione** della facciata
- *fotocamera reflex CANON EOS-1Ds MARK III e sistema 3D EYE attrezzato con camera SONY DSC-QX30*



MONITORAGGIO

- misura delle quote di 11 caposaldi monumentati negli anni '90 tramite **livellazione geometrica di precisione** (*livello digitale Leica DNA03*)
- materializzazione di **2 nuovi caposaldi** e collegamento con **2 caposaldi della rete IGM**





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
DELL'ARTE, DEL CINEMA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEL TERRITORIO, URBANISTICA
E AMBIENTALE

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I

RILIEVO 3D LASER SCANNING DELLA FACCIATA SUD



Vista del modello 3D in formato nuvola di punti



Vista frontale del modello 3D a mesh triangolari



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of General Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA



Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEI SISTEMI E DELLA
ARCHITETTURA

ORTOFOTO AD ALTA RISOLUZIONE DELLA FACCIATA SUD



Ortofoto ad alta risoluzione (1 pixel = 6mm) della facciata, con resa ottimale delle geometrie sia sul piano principale che negli spazi più profondi occupati dalle nicchie.

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
DELL'ARTE DEL CINEMA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, GEOLOGIA
E AMBIENTALE

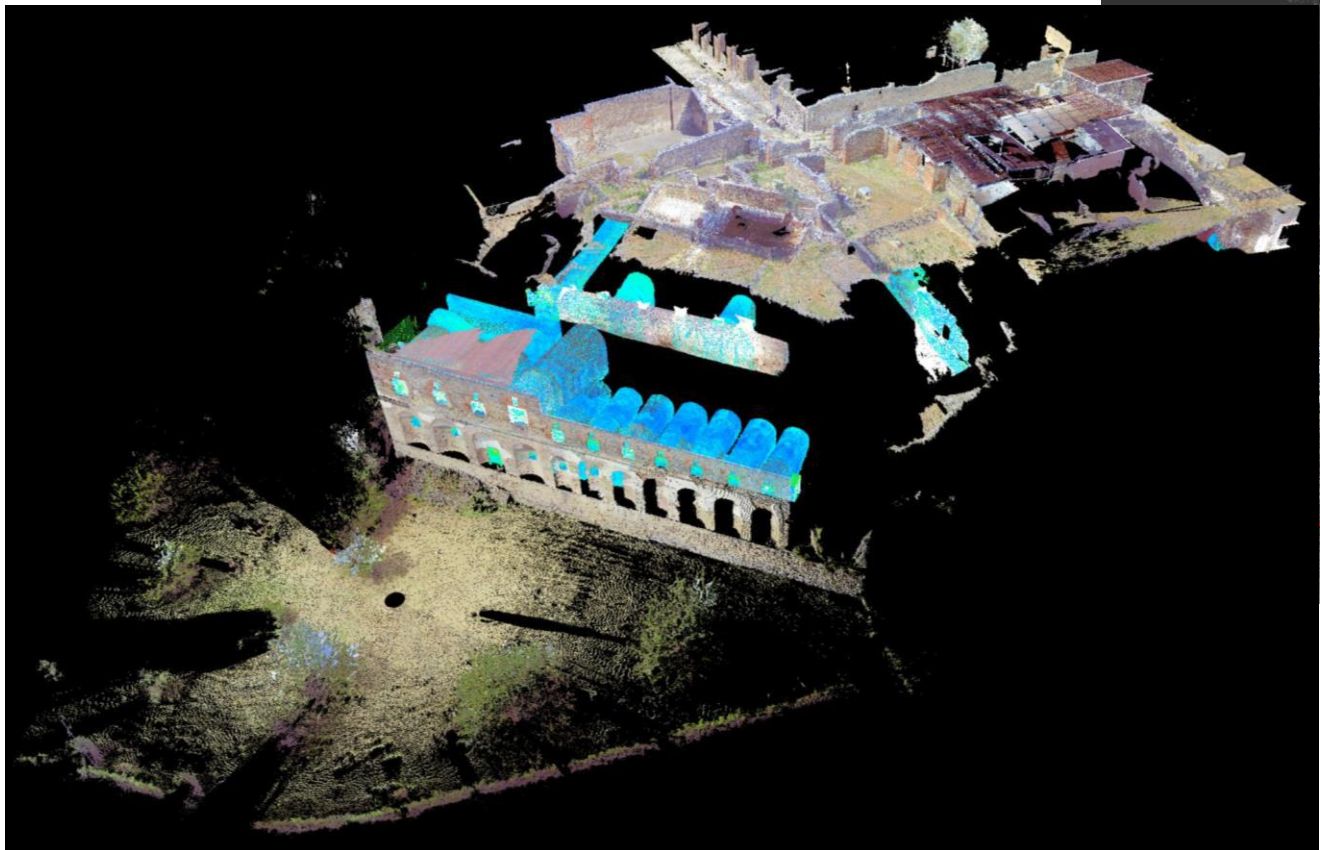
U
N
I
P
D

@

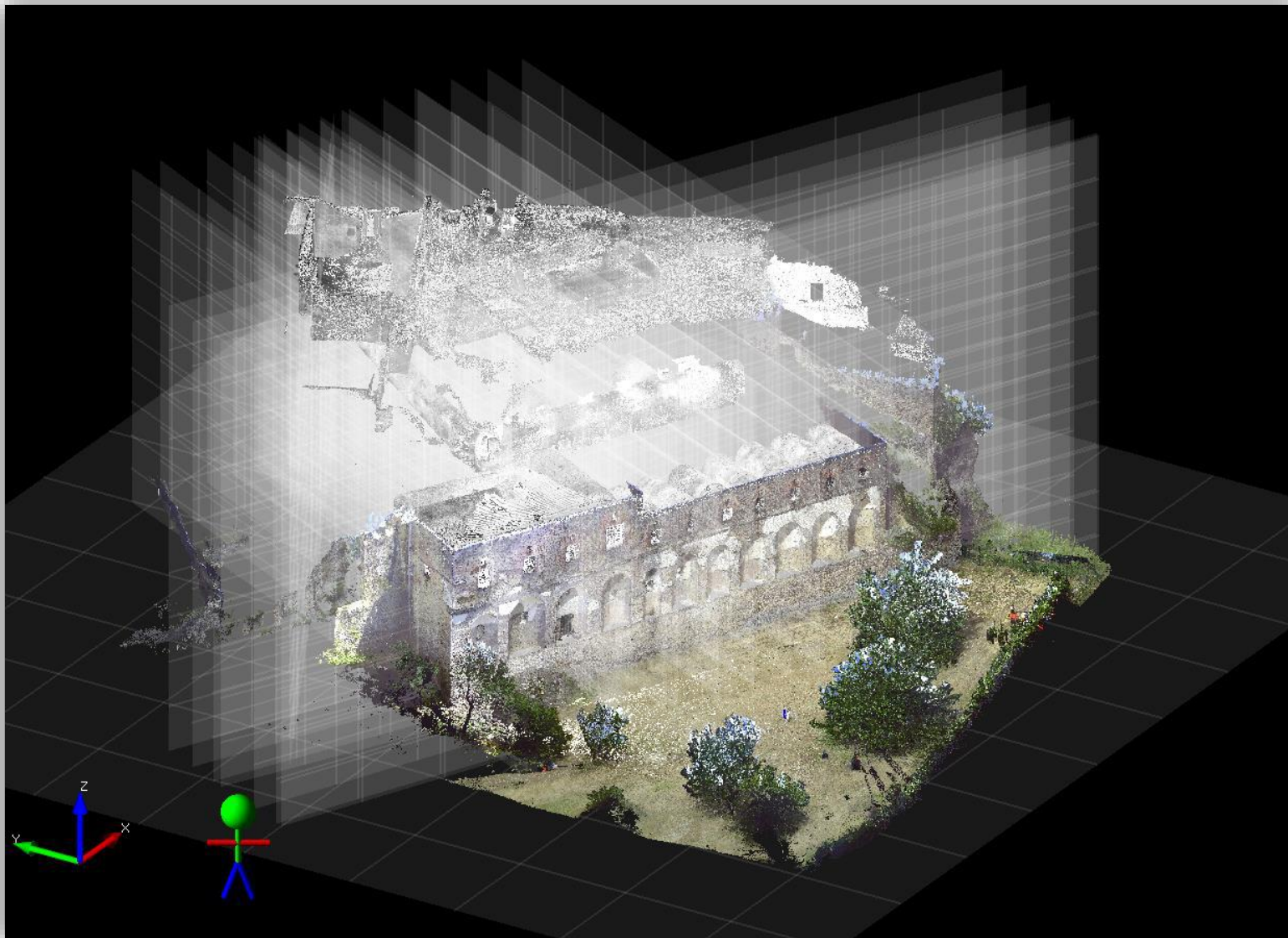
P
O
M
P
E
I

RILIEVO 3D LASER SCANNING DELLA FACCIATA SUD

Georeferenziazione del nuovo rilievo ed unione con il modello 3D esistente fornito dalla Soprintendenza



ESTRAZIONE E RESTITUZIONE DI PIANTE E SEZIONI DAL MODELLO 3D

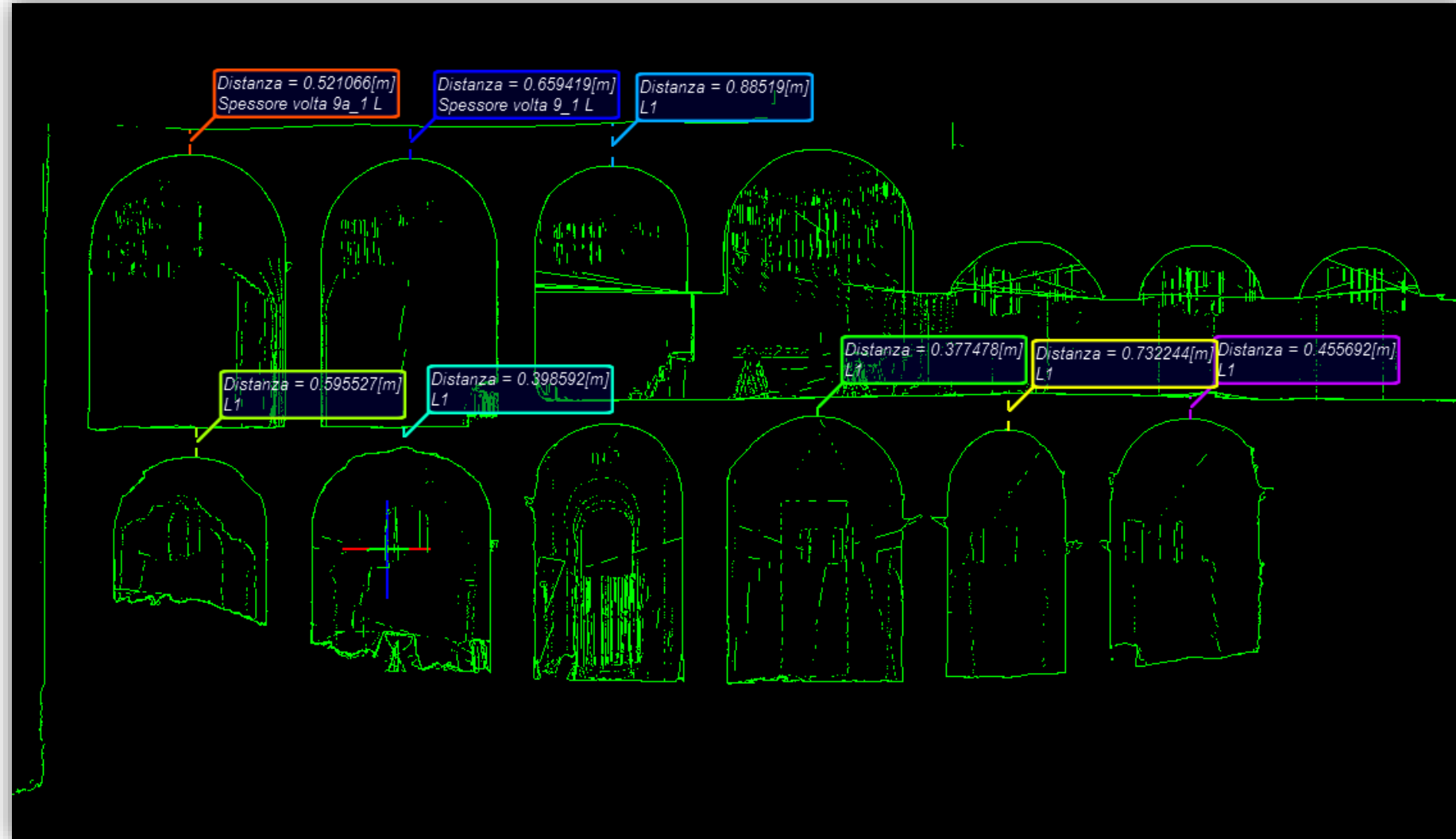


Vista 3D con piano di riferimento per l'estrazione delle **54 piante** e piani per l'estrazione delle **29 sezioni verticali**, solo per quanto riguarda l'edificio principale delle Terme (civico 18) Altre sezioni sono state prodotte per l'area ad est delle Terme, il livelli superiori e l'area della Palestra.

UTILIZZO DELLE SEZIONI “GREZZE” PER LA MISURA DEGLI SPESSORI DELLE VOLTE

MISURE SEZIONE L1

Spessore max = 0,885 m
Spessore min = 0,377 m



Esempio di misura dello spessore delle volte nella sezione longitudinale L1



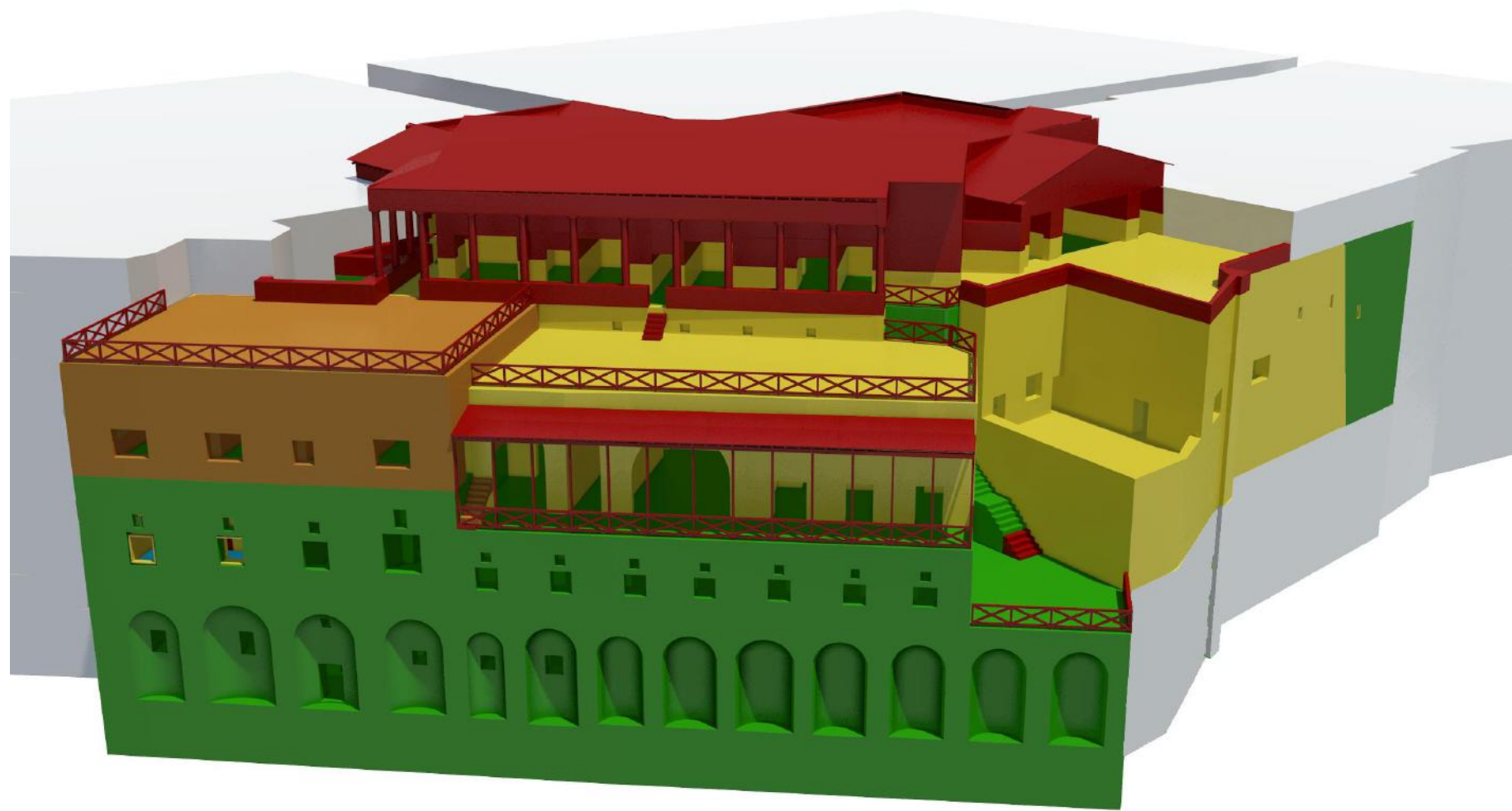
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
DELL'ARTE DEL CINQUE
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEI SISTEMI, ICEA
ALTERNATIVE DI CURA, UNIVERSITÀ

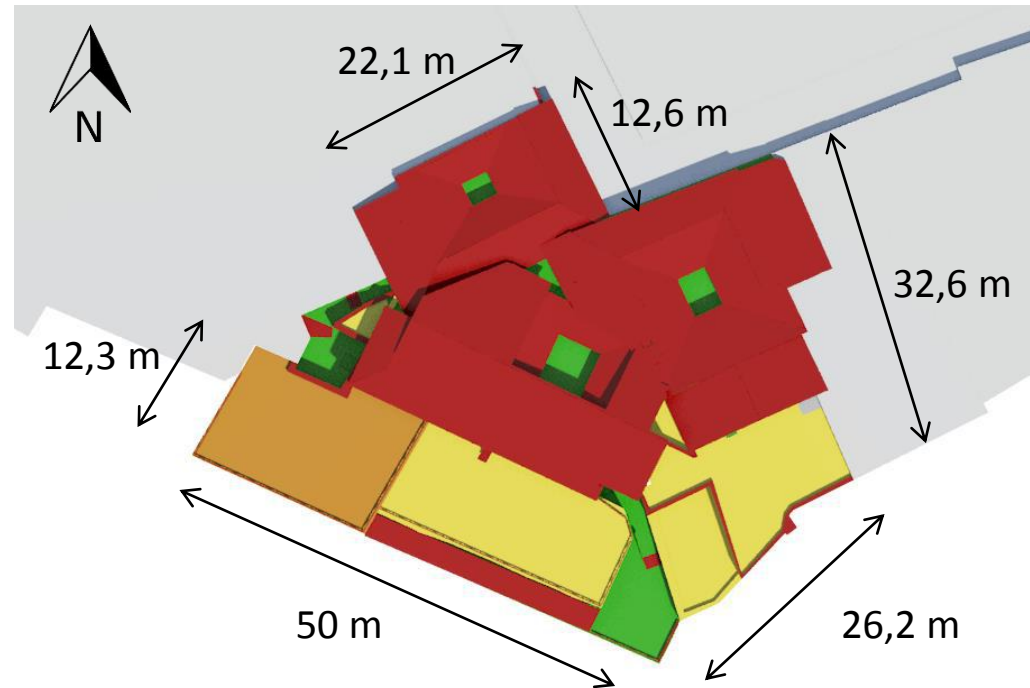
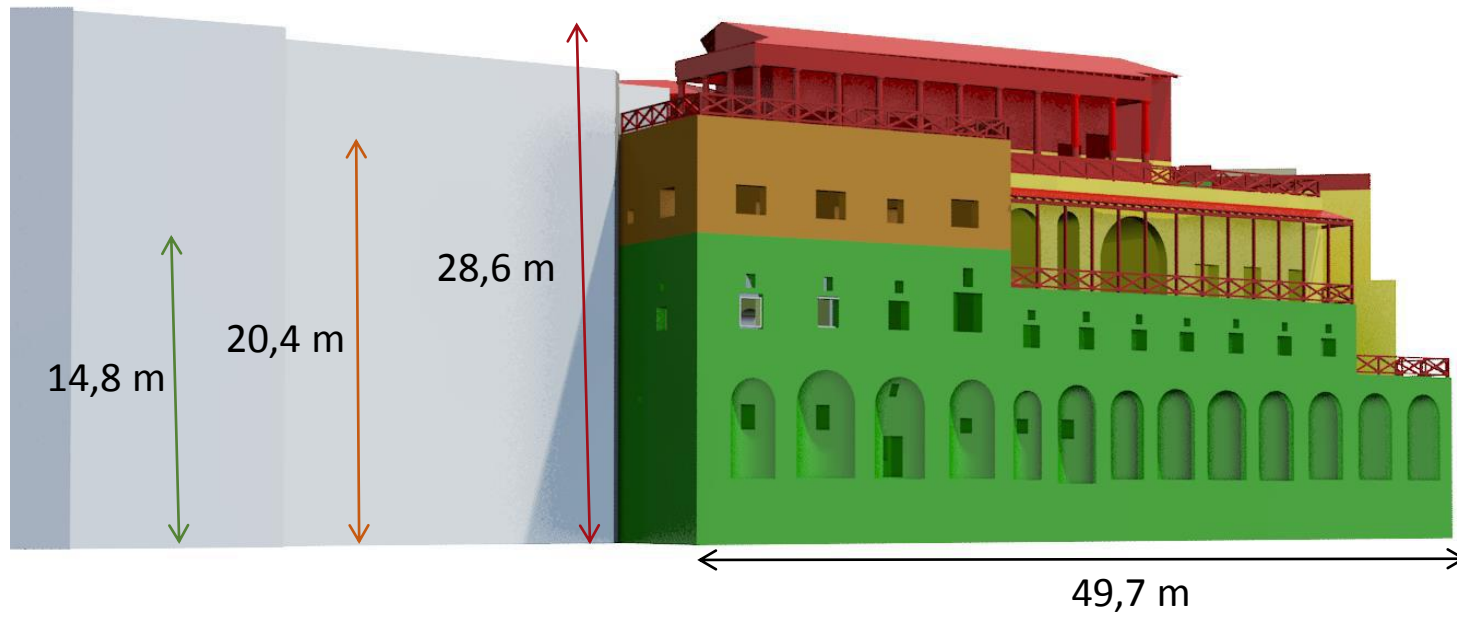


RICOSTRUZIONE TRIDIMENSIONALE DELLE TERME DEL SARNO DI POMPEI NELLA CONFIGURAZIONE DATATA AL 79 D.C.

U
N
I
P
D

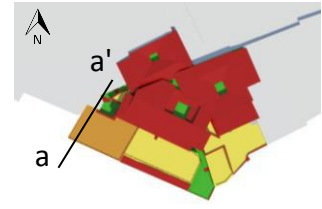
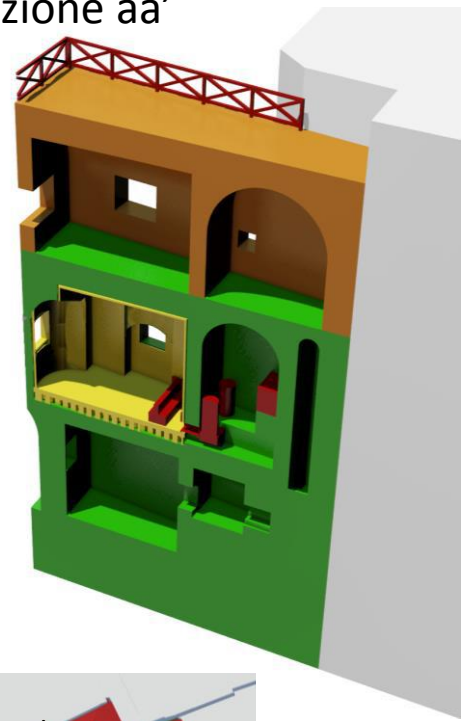
@

P
O
M
P
E
I

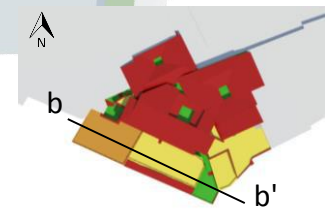
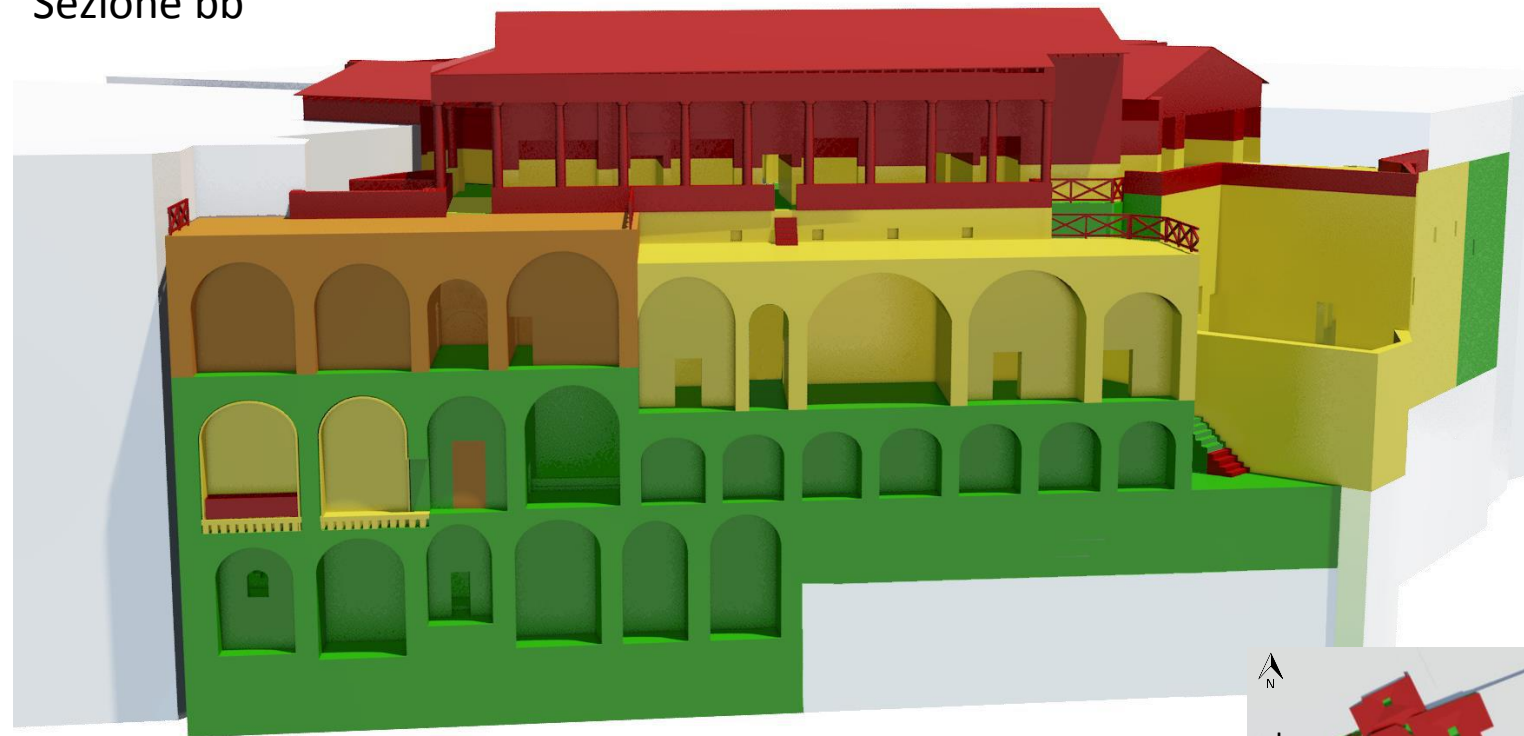


- Una configurazione in aggregato con sviluppo su 6 livelli che si adatta alla morfologia del versante meridionale del pianoro di Pompei.

Sezione aa'



Sezione bb'



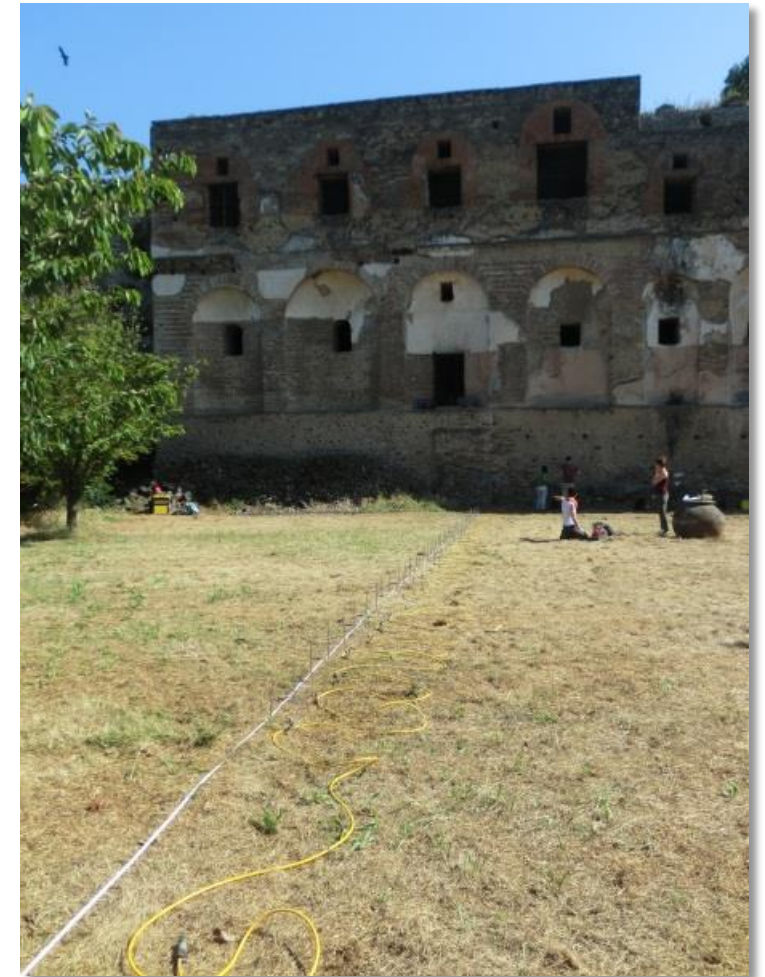
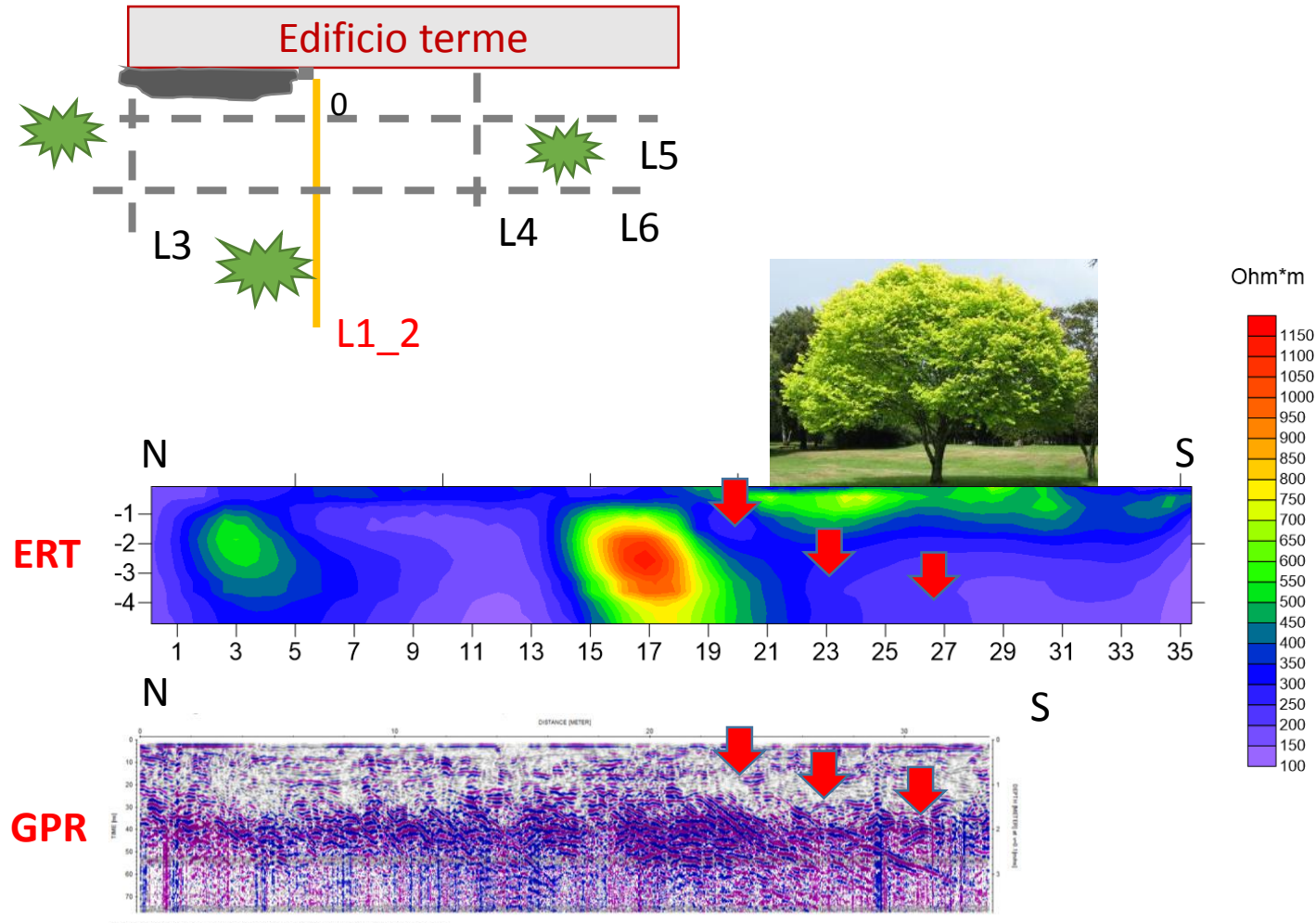
IL CONTRIBUTO DELLE MISURE GEOFISICHE AL PROGETTO MACH



Dalla scala di campo alla microscala

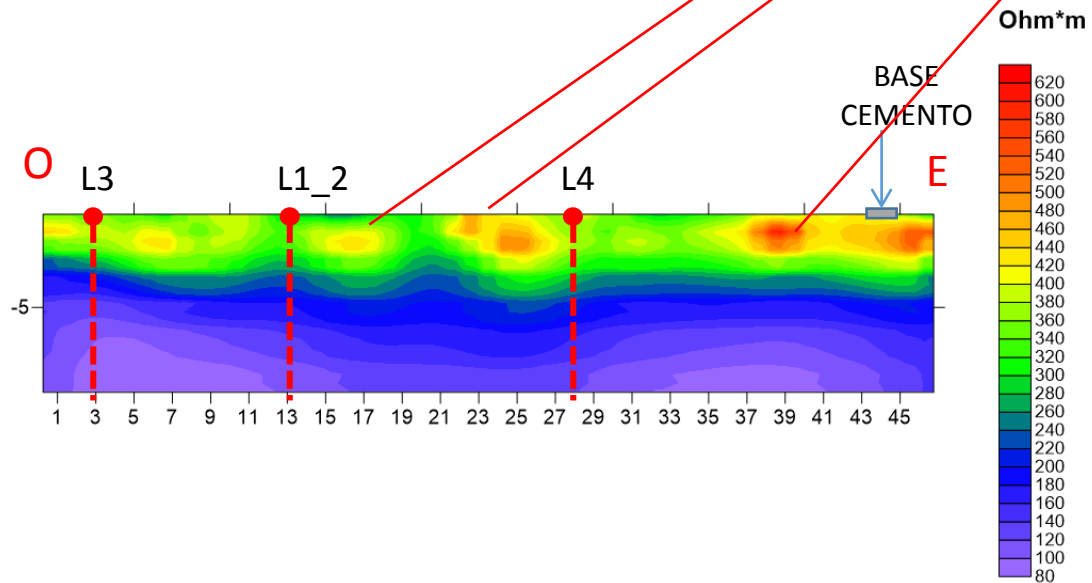
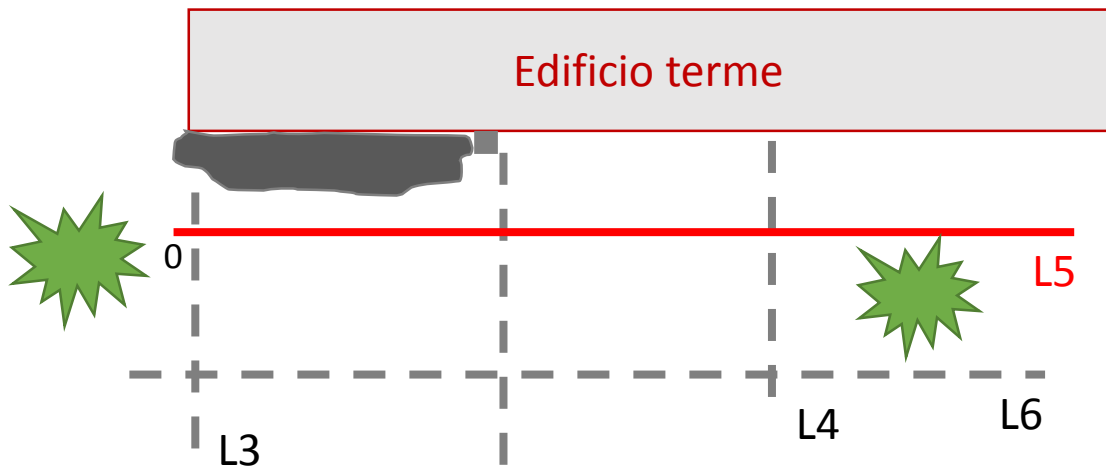
- STUDIO DEL CONTESTO ARCHEOLOGICO - GEOLOGICO
- ANALISI STRUTTURALE
- STUDIO APPARATO DECORATIVO

STUDIO DEL CONTESTO ARCHEOLOGICO - GEOLOGICO



CONFRONTO
 SEZIONI ERT & GPR L1_2

STUDIO DEL CONTESTO ARCHEOLOGICO - GEOLOGICO



48 ELETTRODI SPAZ. 1 m



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, ORE E AMBIENTALE, ICEA
ALTERNANDO ORE DI UNIVERSITÀ
E DI RICERCA

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Ceramic Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGICA, STORIA
COLLETTA DEI CRISTIANI
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEI SISTEMI E DELL'AMBIENTE, ICEA
ALTERNANDO LE ATTIVITÀ DI RICERCA
E DI INSEGNAMENTO

U
N
I
P
D
@
P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEI SISTEMI E DELL'AMBIENTE, ICEA
ALTERNANDO GEOTECNICO, UNIVERSITÀ DI PADOVA

U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

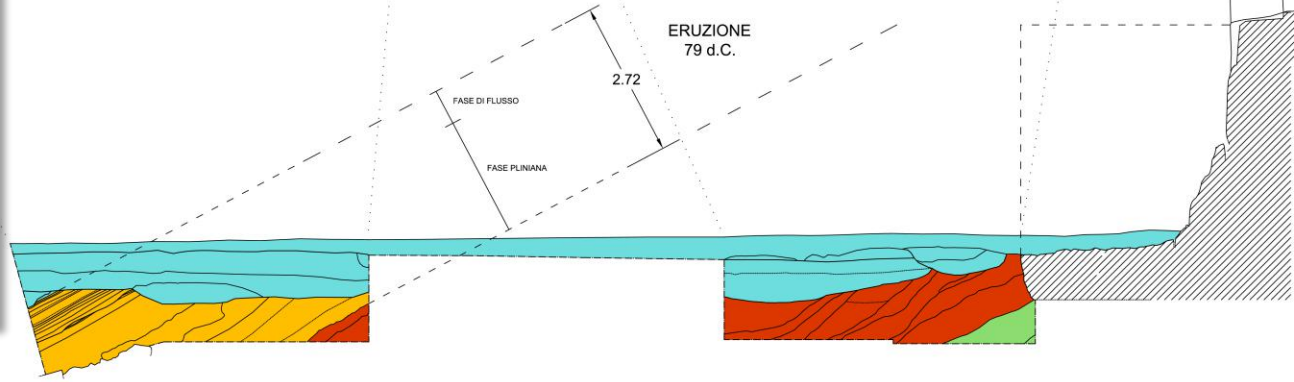
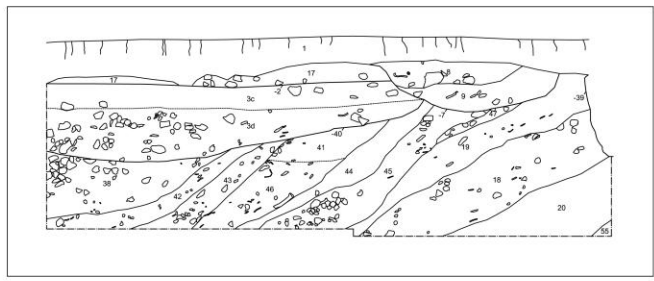
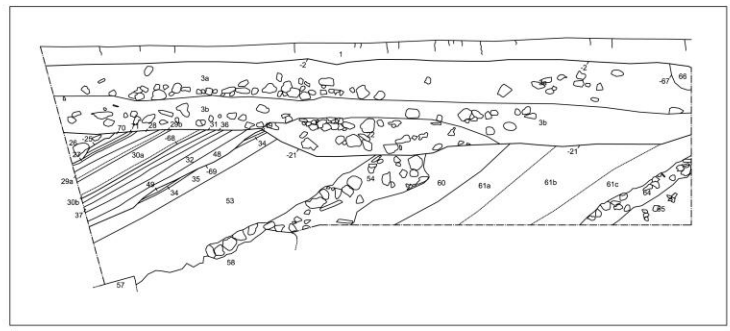
CIRCe
Interdepartmental Research Center for the Study of Concrete Materials and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO DEI BENI CULTURALI ARCHEOLOGICA, STORIA, COLLETTA DEI DATI, CRISTALLO E DELLA MUSICA

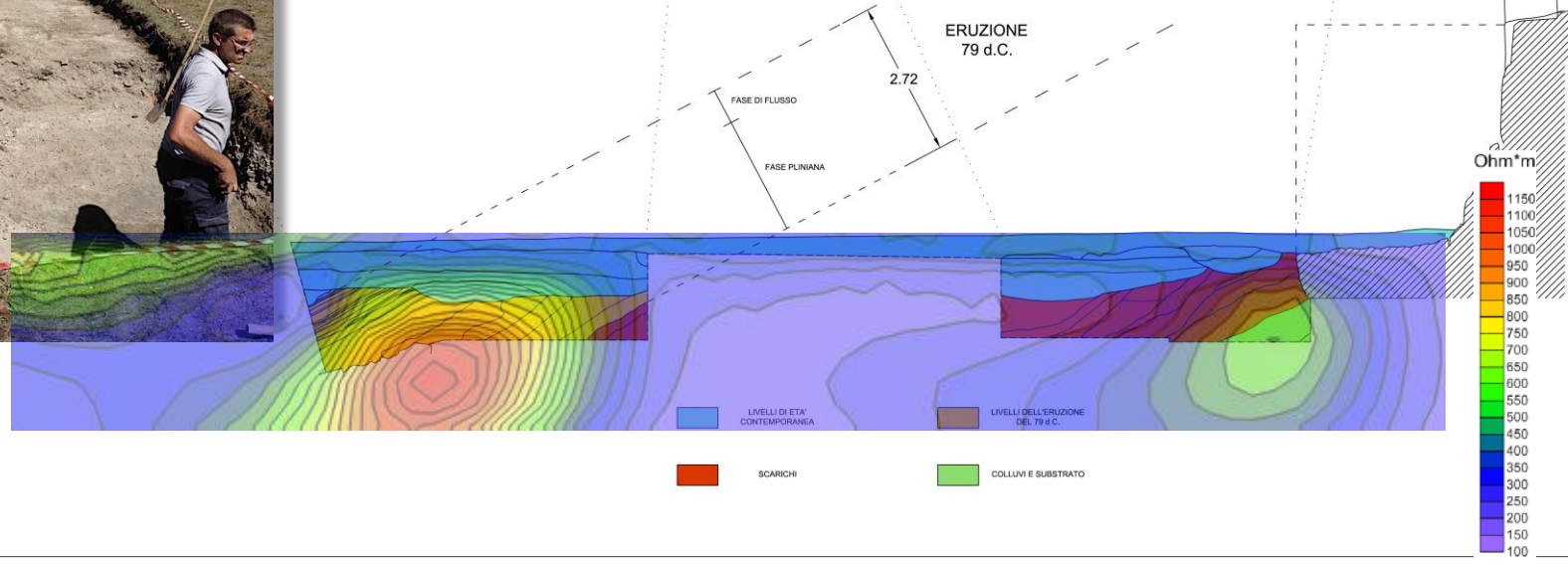
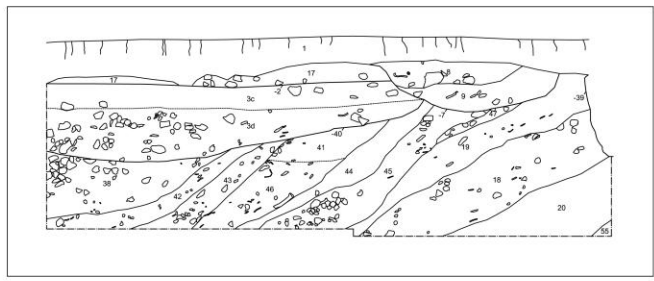
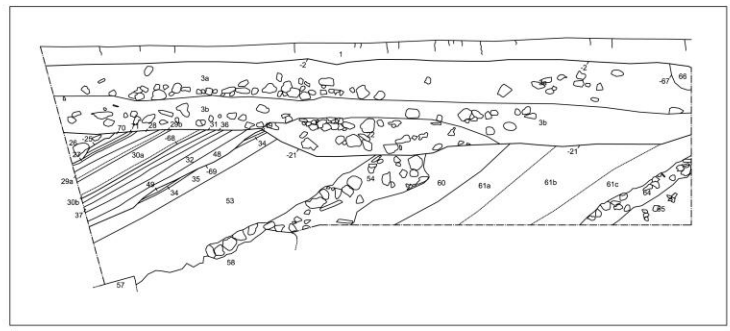
Dipartimento di Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, ORE E MATERIALI, ICEA

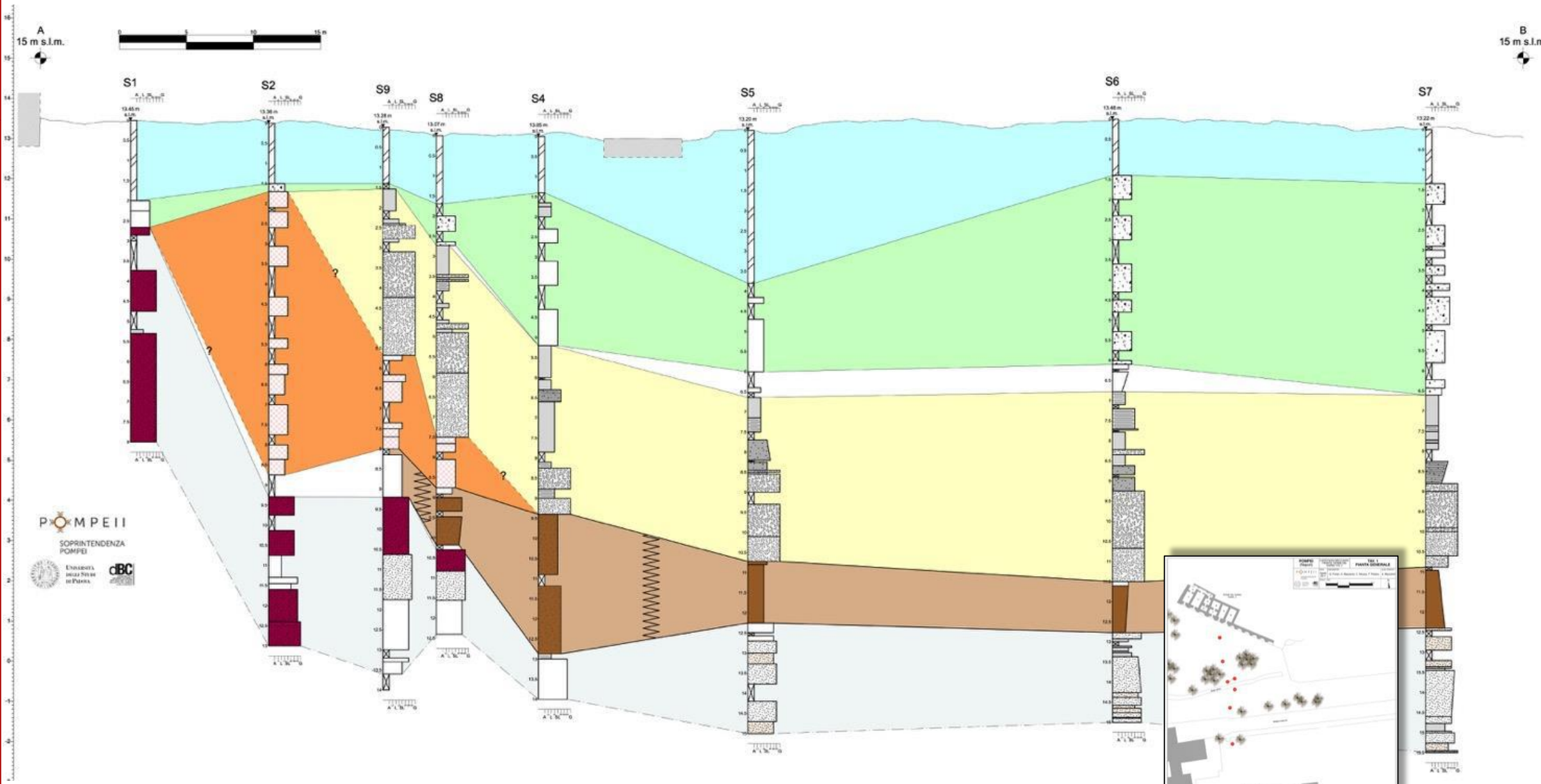
U
N
I
P
D
@
P
O
M
P
E
I



POMPEI (Napoli)	REGIO	VIII	ISOLA	2	SEZIONE B-B'	
	DATA	10 ottobre 2016	DISEGNATORI		G. Furlan, A. Mazzariol	ELABORAZIONE GRAFICA
Terme del Sarno						G. Furlan, A. Mazzariol
		0 1 2 4 m		Vista da Est		



POMPEI (Napoli)	REGIO	VIII	ISOLA	2	SEZIONE B-B'	
	DATA	Ottobre 2016	DISEGNATORI	G. Furlan, A. Mazzariol		ELABORAZIONE GRAFICA G. Furlan, A. Mazzariol
Terme del Sarno	0 1 2 4 m				Vista da Est	



POMPEII
SOPRINTENDENZA
POMPEII
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA
dbc

Elaborazione grafica: A. Mazzariol

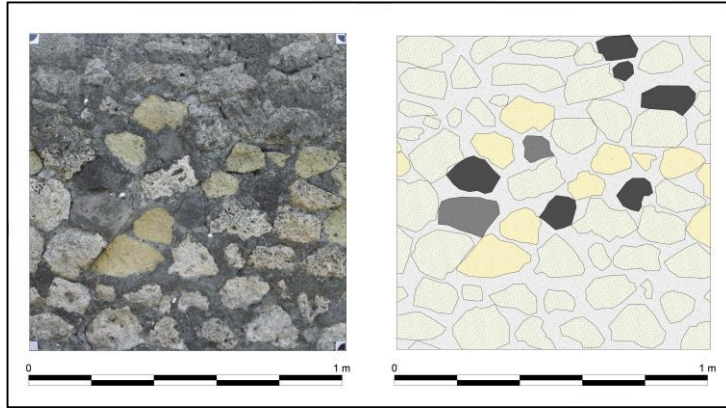
L'analisi e la schedatura delle strutture murarie

POMPEI 2016 – SCHEDA MURO			
GENERALITA'		SEZIONE	
Definizione della struttura Edificio	US : 24	2 paramenti e nucleo	Paramenti (L.13)
	Data: 26/ 05/ 2016	2 paramenti senza nucleo	
Terme del Sarno	Autore della scheda	1 paramento e nucleo	Elementi passanti (L.13)
Settore:	Caterina Previato	1 paramento senza nucleo	no
Civico 20, stanza L	Condizioni di osservazione	Omogenea	Muretti di raccordo (L.13)
	sole	Non visibile	x no
TIPO	Tipo morfologico, pianta (L.1)	Tipo morfologico, sezione (L.1)	Funzione statica (L.1)
	Lineare spezzato	A facce parallele	Muro portante
PARAMENTI ESTERNI			
MATERIALE : TIPO	MATERIALE: FORMA E LAVORAZIONE		APPARECCHIATURA
Pietra	x Forma delle pietre	Disposizione dei materiali	Telaio
Terracotta	x Quadrangolare completamente squadrata	x Senza assise	In pietra
Terra cruda	Quadrangolare con facciavista squadrata	Con assise orizzontali	x In terracotta
Legno	Quadrangolare non squadrata	Con assise a 45°	In pietra e terracotta
Altri materiali	Poligonale	Con assise ondulate	In legno
Legante	x Irregolare	Con assise concave	Catene angolari
Rocce magmatiche (L.2)	Ciottolo	Con assise inclinate	In pietra
Tufo giallo	Forma della terracotta	Con assise a scacchiera	In terracotta
Rocce sedimentarie (L.2)	Mattoni quadrati	Con assise a spina di pesce	In pietra e terracotta
Travertino	Mattoni rettangolari	x	In legno
Rocce metamorfiche (L.2)	Mattoni triangolari	Con assise orizzontali e a spina di pesce	Fasce
Terra cruda (L.2)	Tegole		In pietra
	Anfore	Con materiale alternato per assise	x In terracotta
	Altro		In pietra e terracotta
Altri materiali (L.2)	Lavorazione delle pietre (L.4)	Calcestruzzo gettato	In legno
	Facciavista spianta, spessore costante	Calcestruzzo allettato	Piani di orizzontamento
Legante (L.2)	Forma e lavorazione della terracotta (L.5)	Zeppe	In pietra
Malta di calce	Interi	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	In terracotta
Tracce di strumenti (L.6) :		Giunti d'attesa verticali	In pietra e terracotta
		Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	In legno
APPARECCHIATURA			
Particolarità delle assise (L.9)	Apparecchiatura del telaio in pietra (L.10)	Legami tra gli elementi: tipo (L.7)	
Altezza delle assise (L.9)	Apparecchiatura del telaio in terracotta (L.10)	Legami tra gli elementi: materiale (L.7)	
Laterizi = 8,5-10 cm; pietra = 8,5-9 cm			

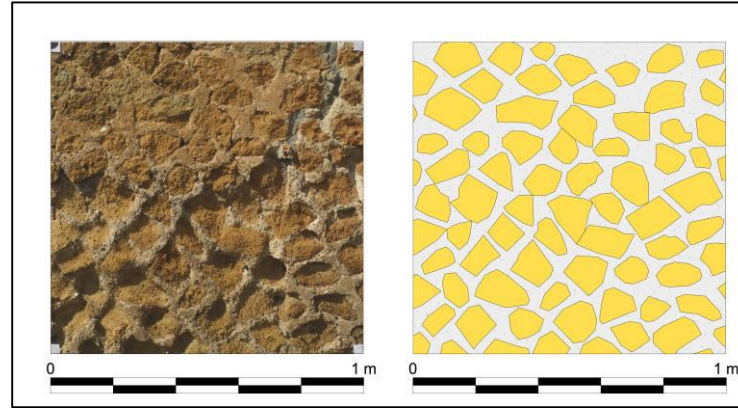


Le tecniche edilizie in uso nelle Terme del Sarno

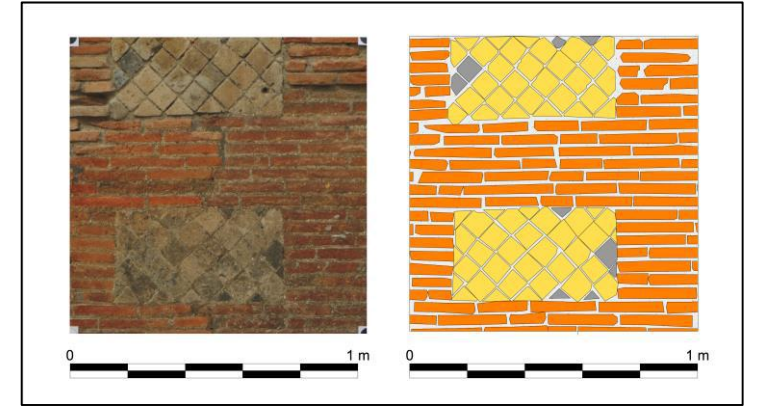
TIPO 1



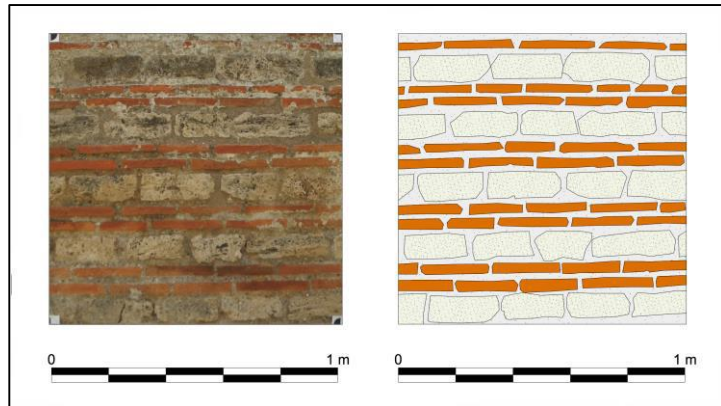
TIPO 2



TIPO 3



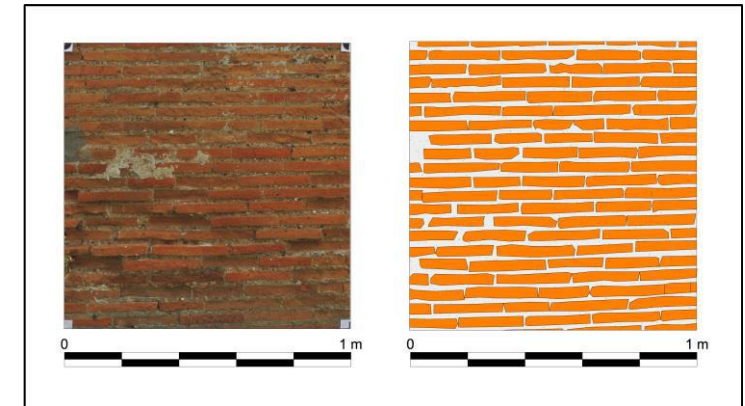
TIPO 4

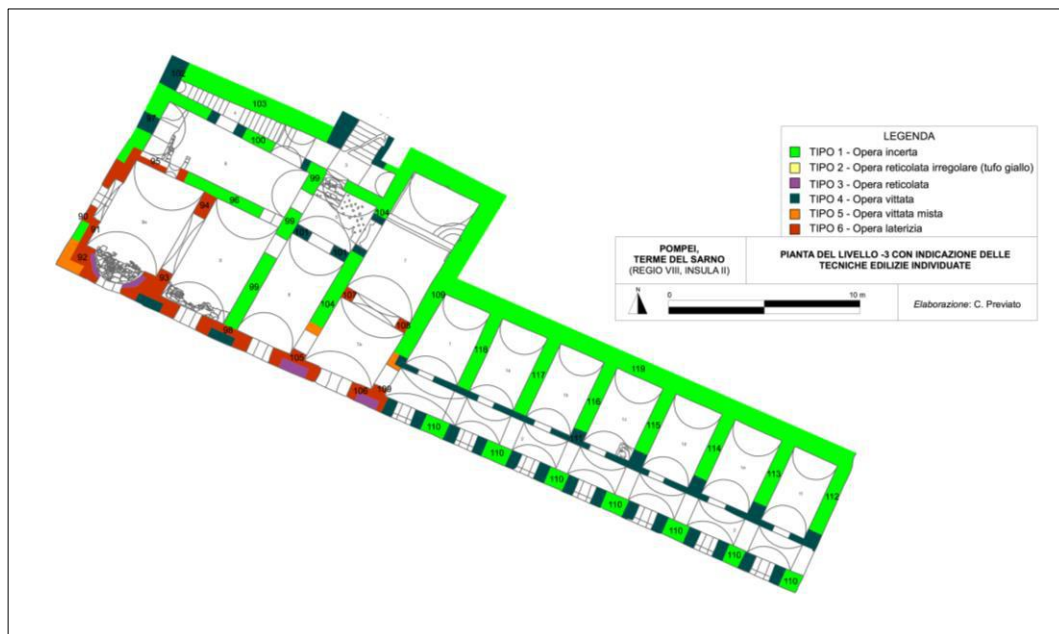


TIPO 5

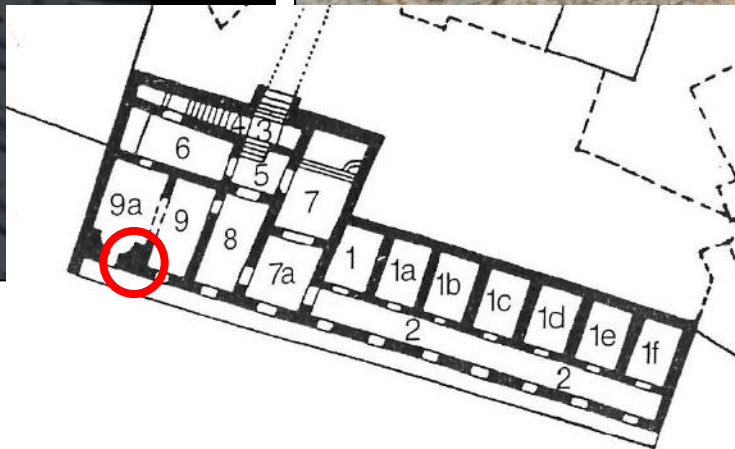
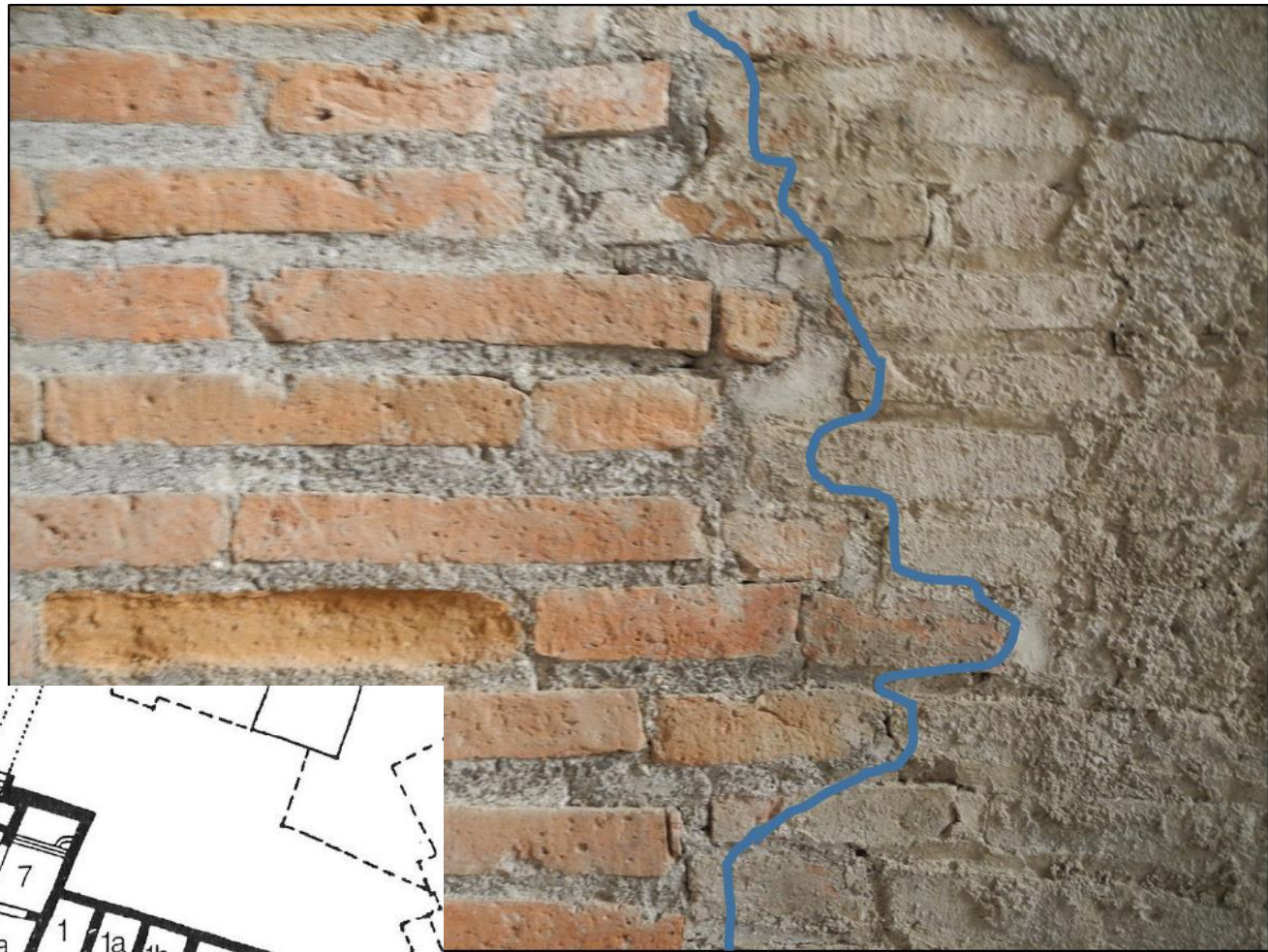
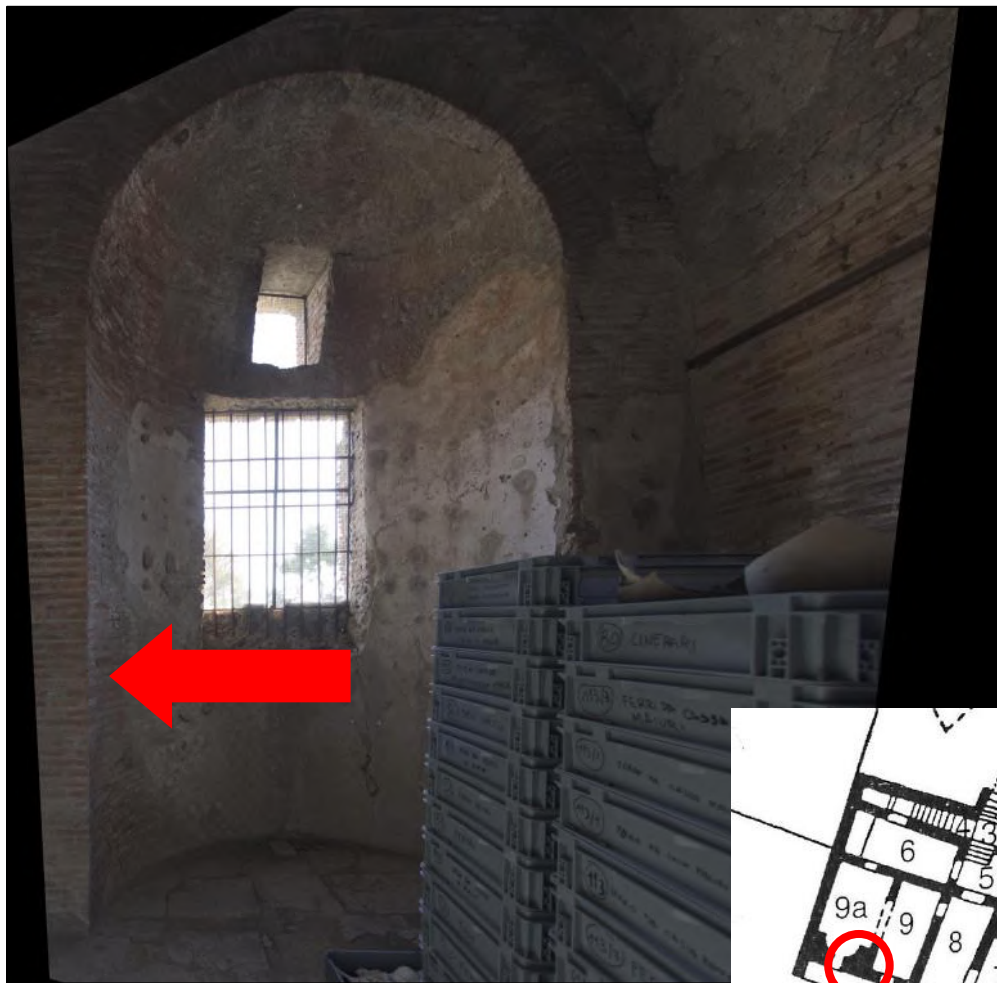


TIPO 6



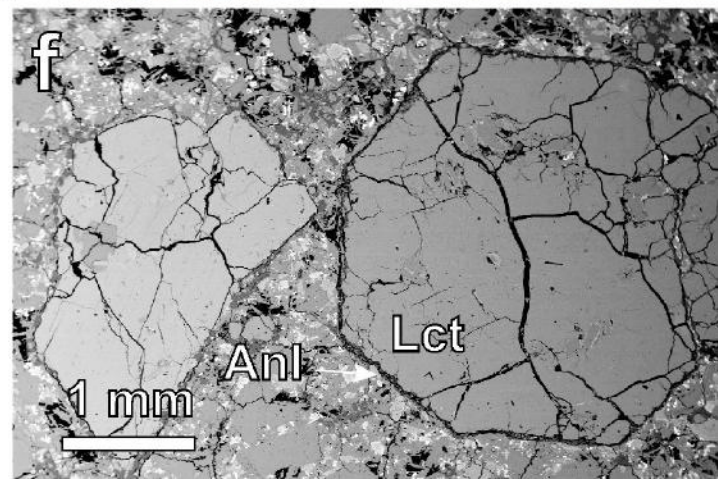
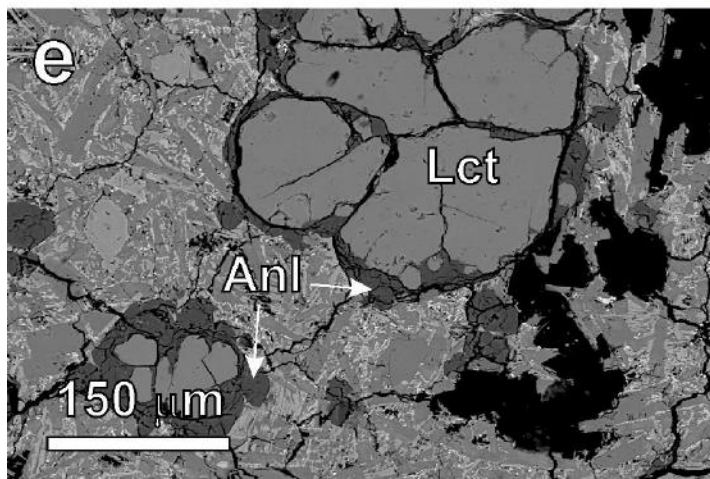
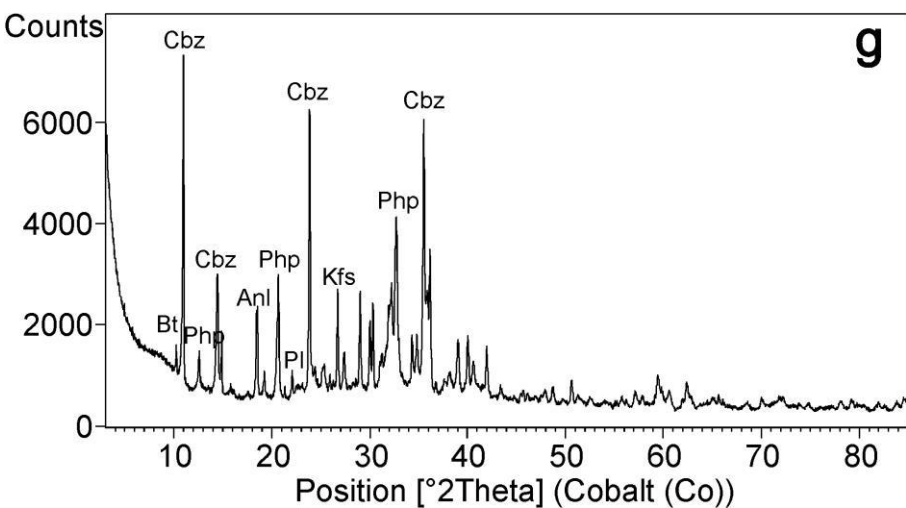
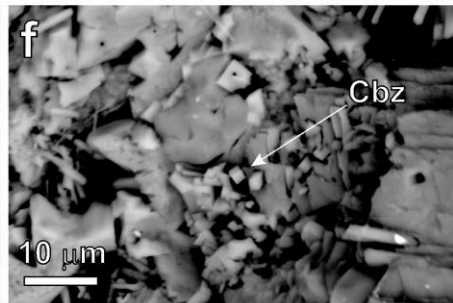
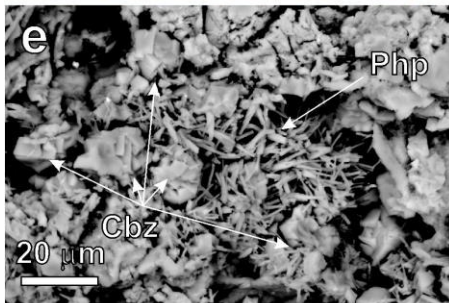
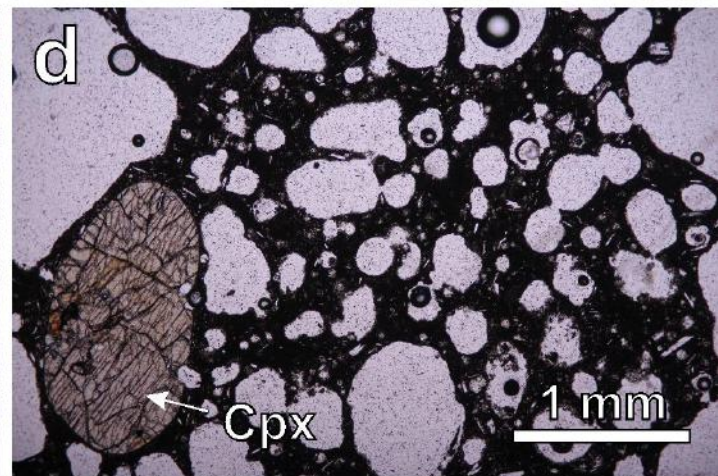
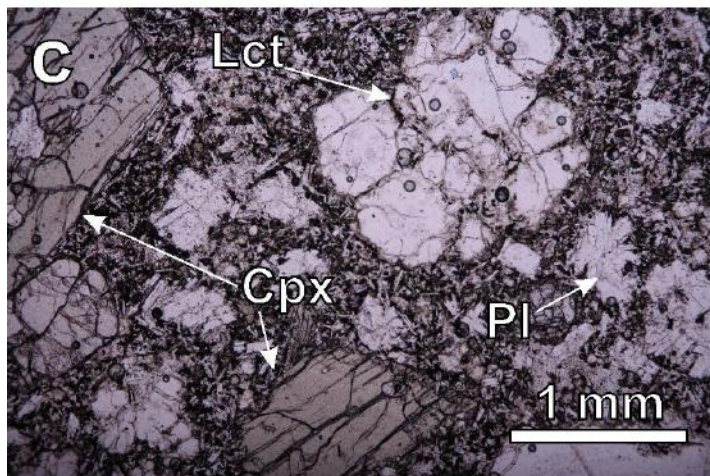
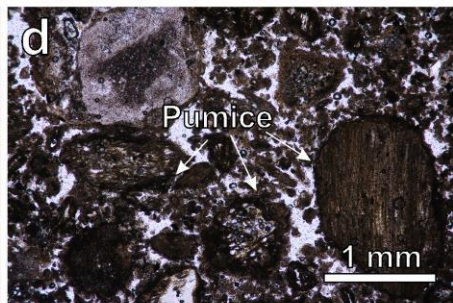
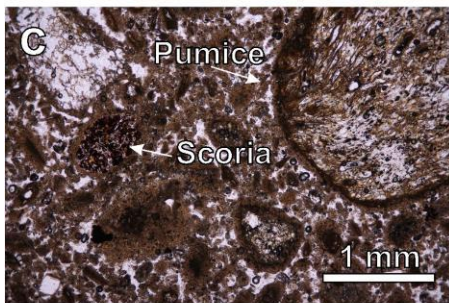
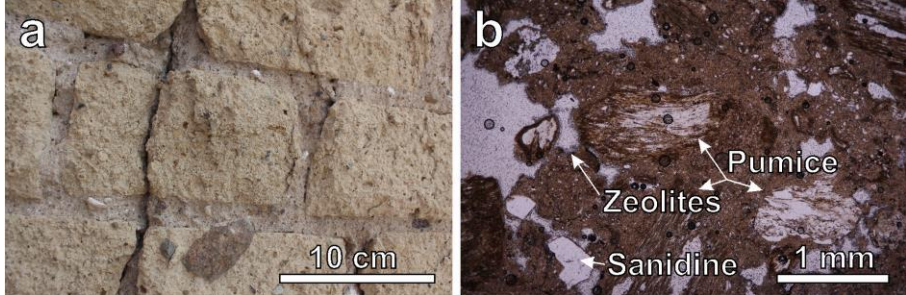


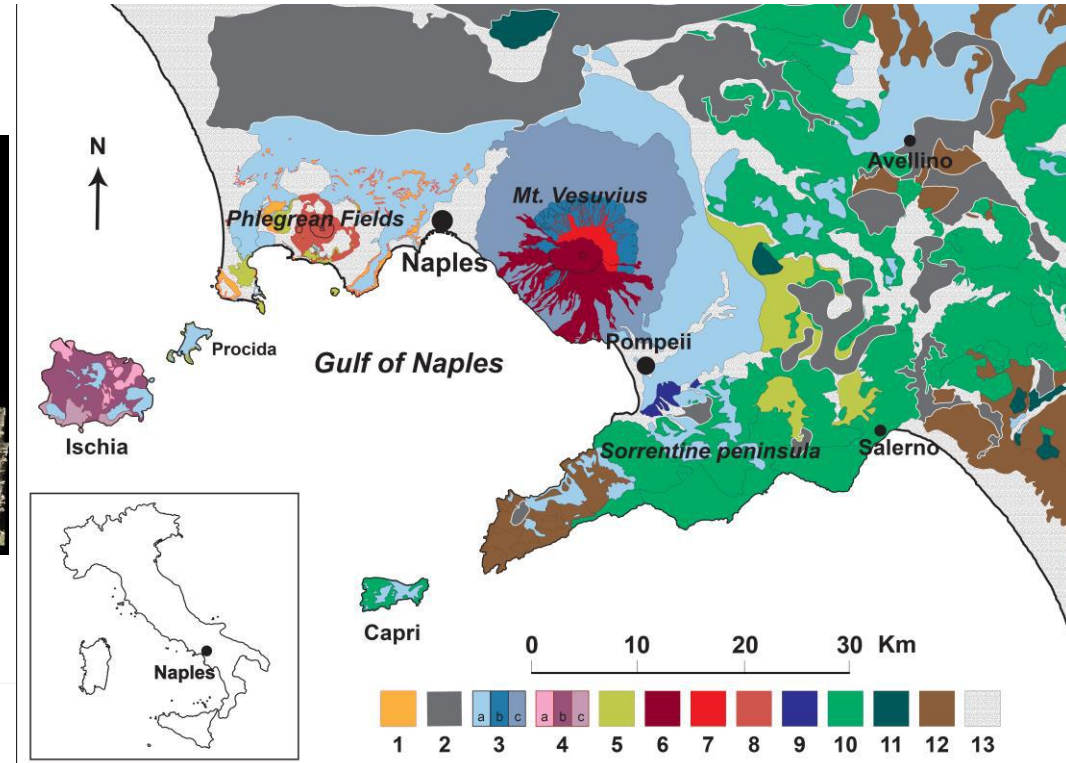
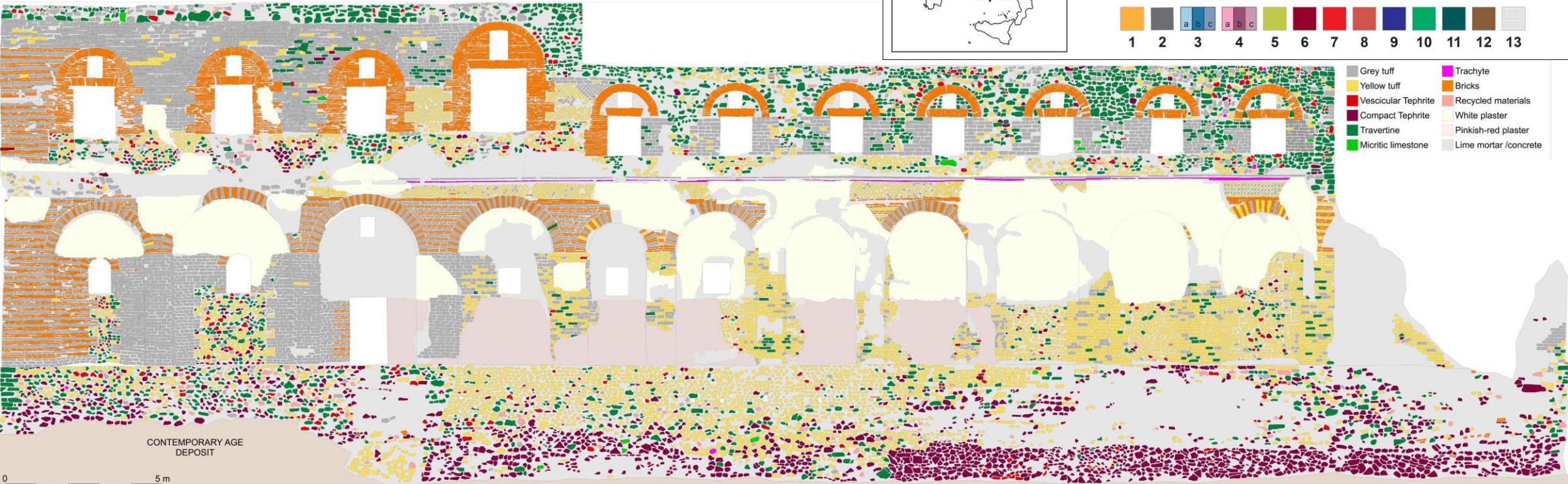
Rifacimenti e restauri di epoca moderna riconosciuti grazie all'analisi stratigrafica degli alzati



Livello -3

Muro sud del *calidarium*







UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe
Interdepartmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

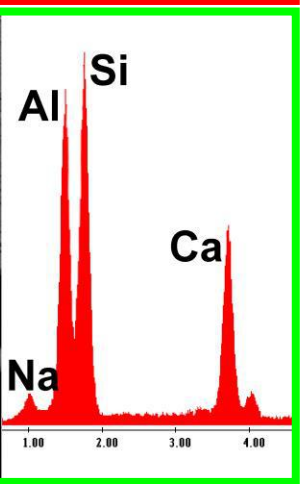
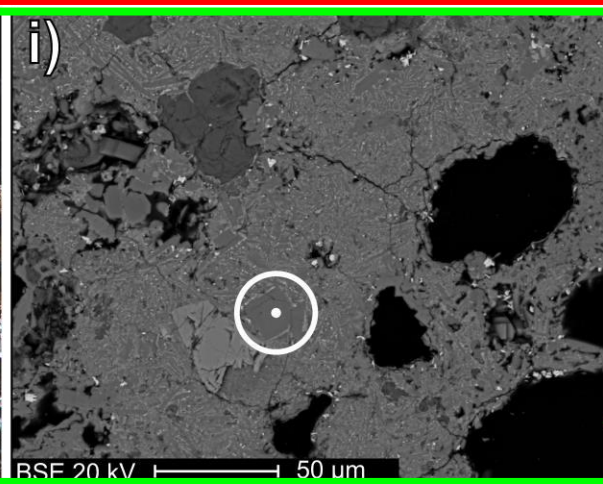
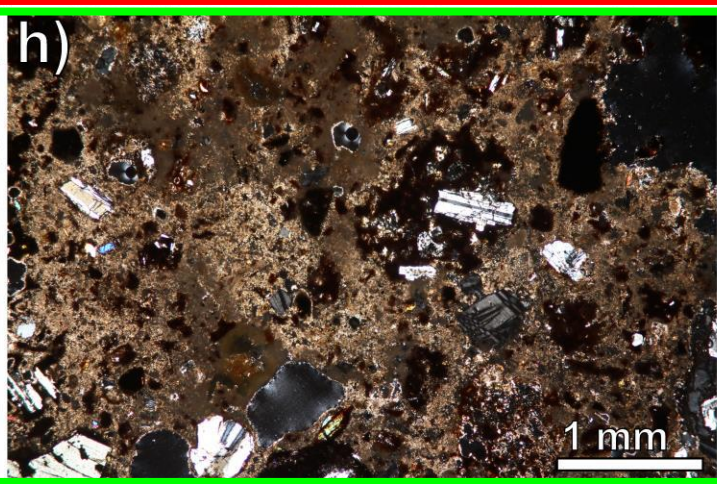
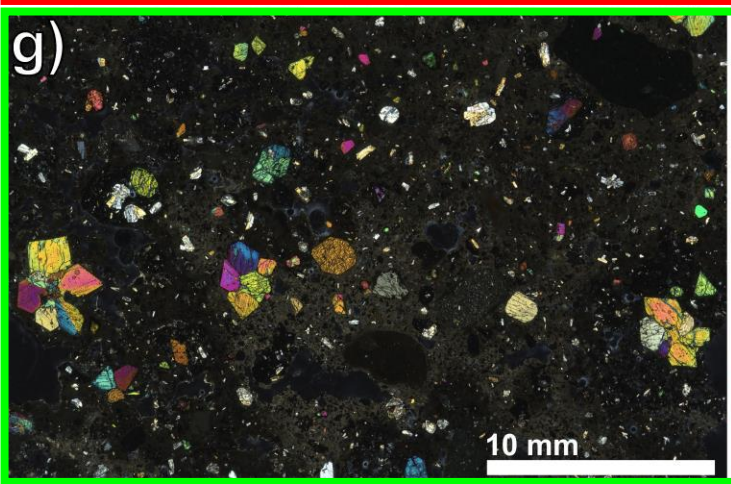
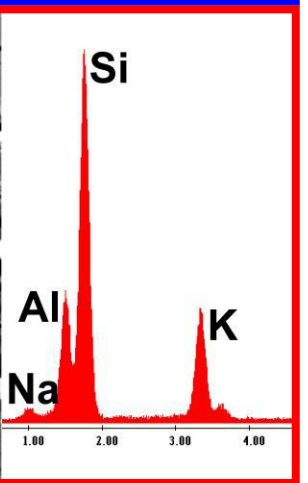
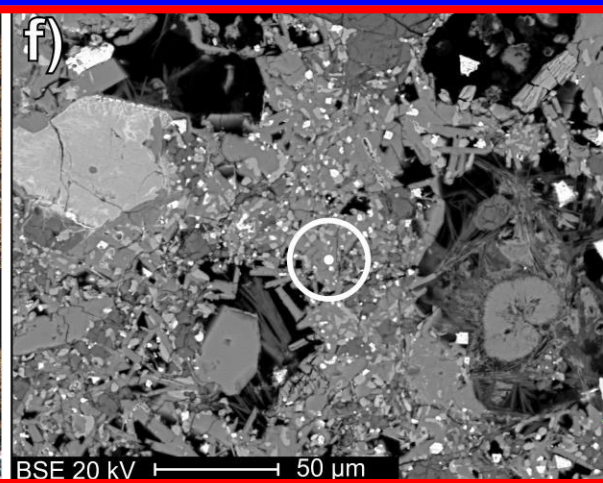
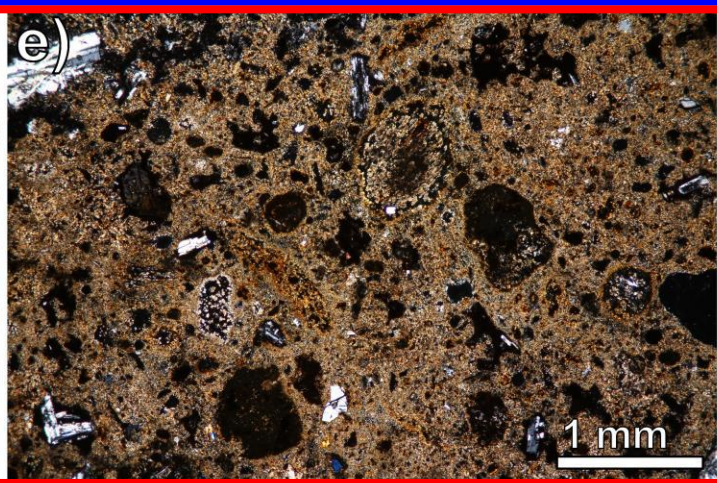
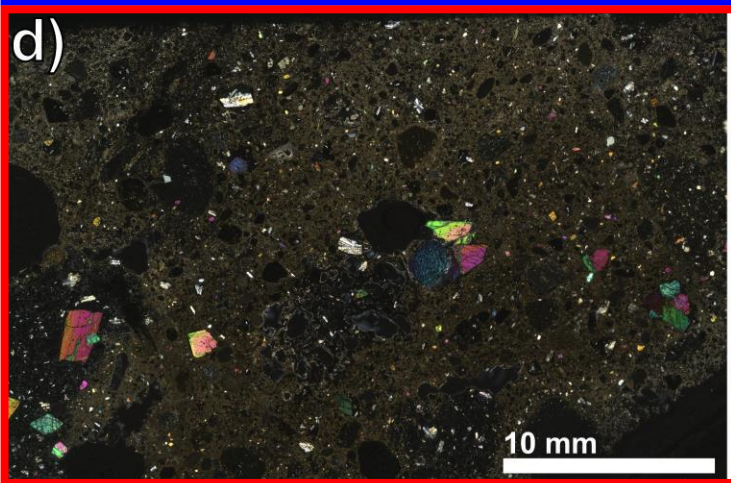
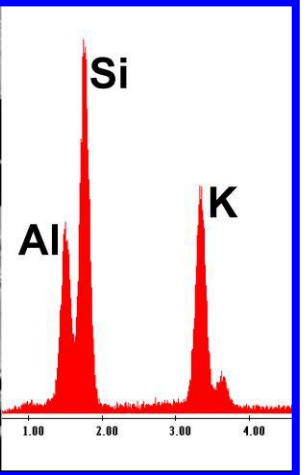
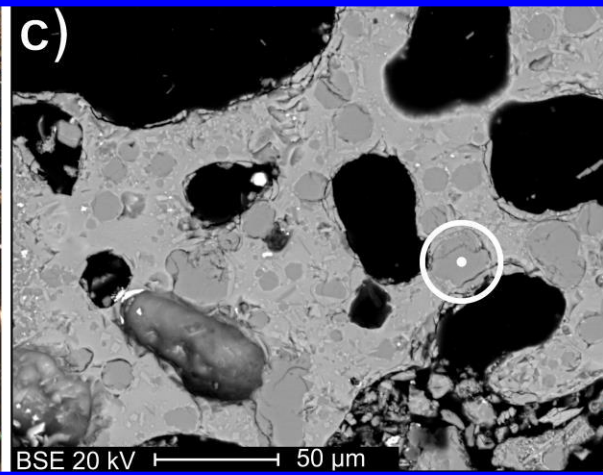
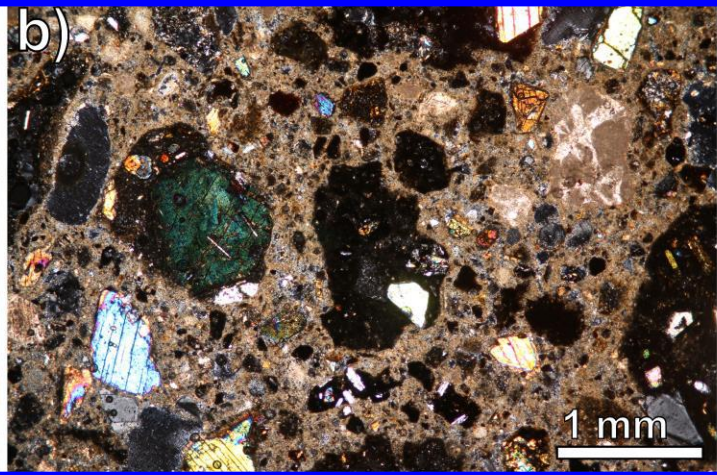
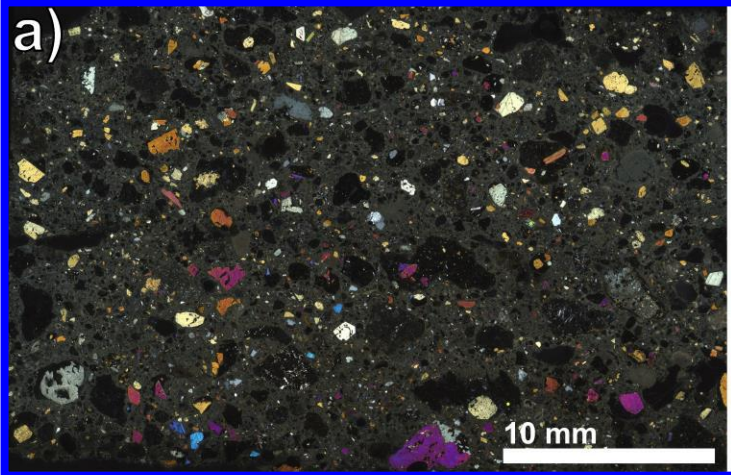
ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DELLE STRUTTURE, ICEA
ALTERNANDO LE LETTERE "C" E "A"

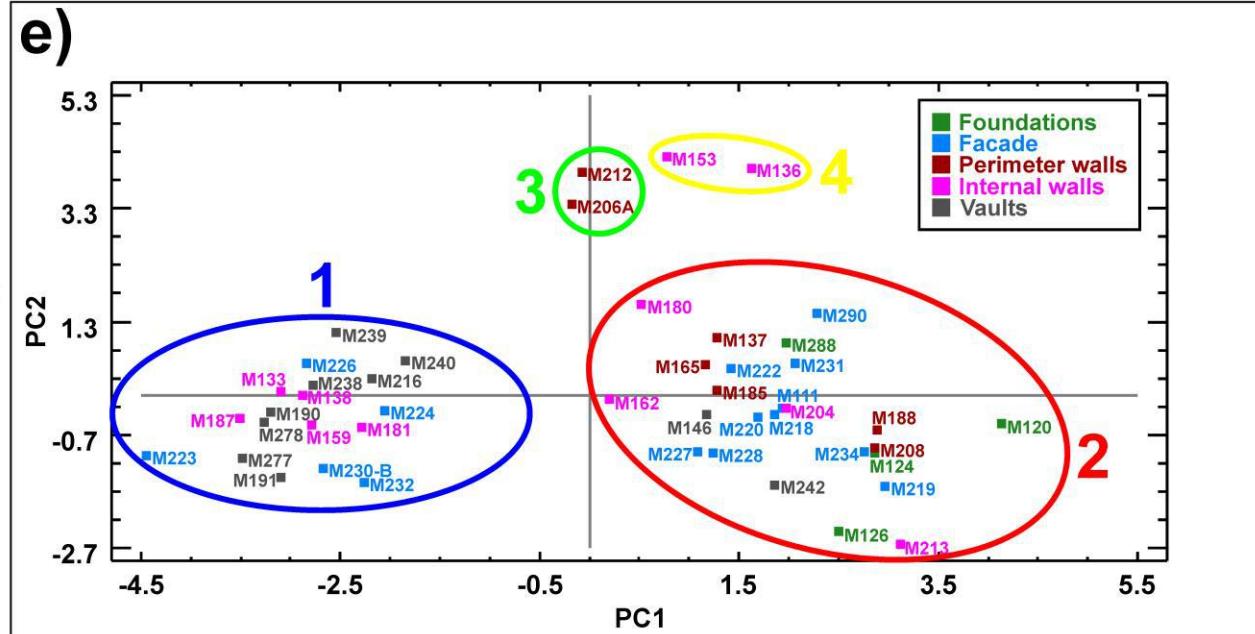
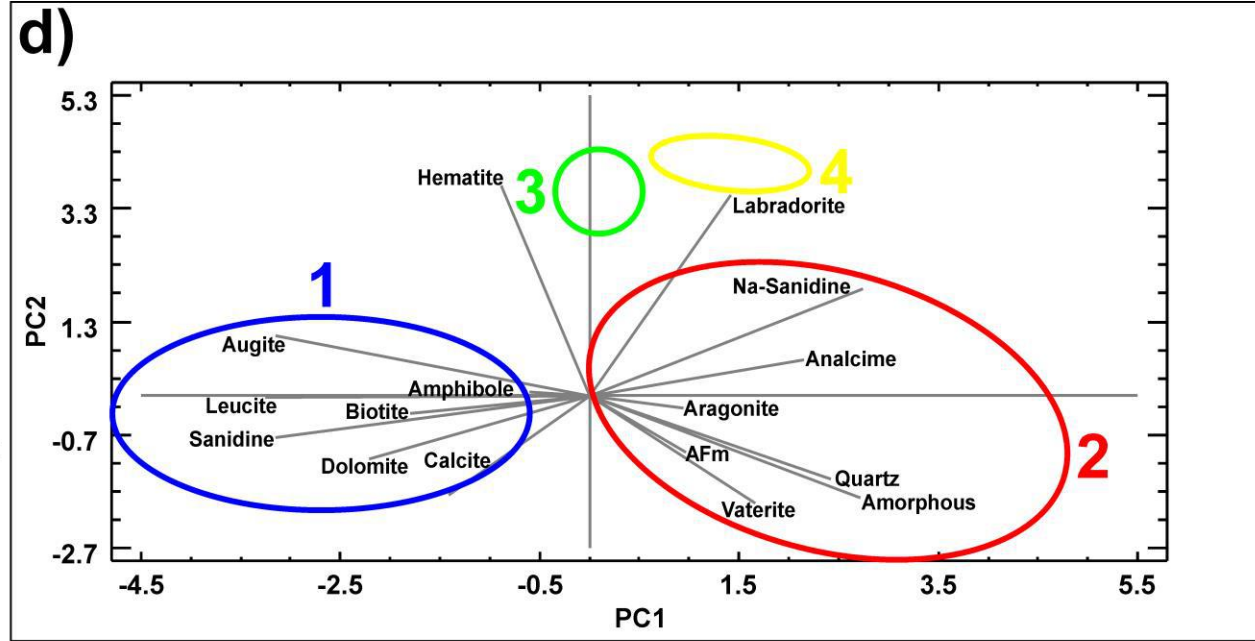
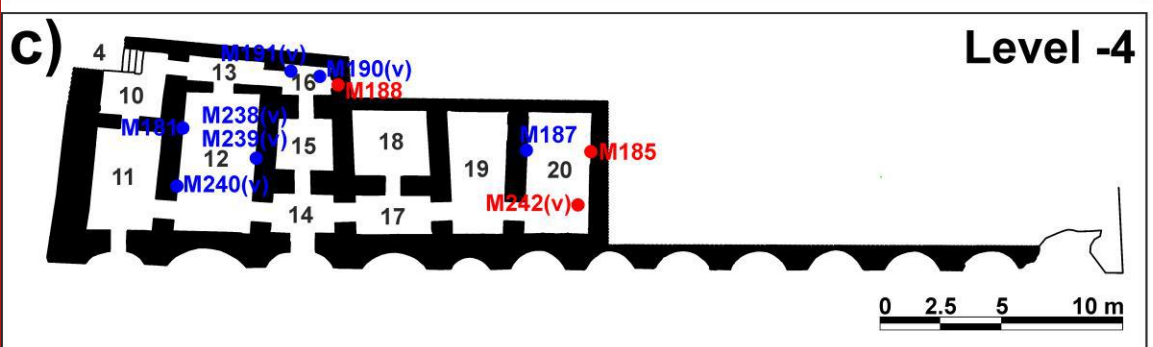
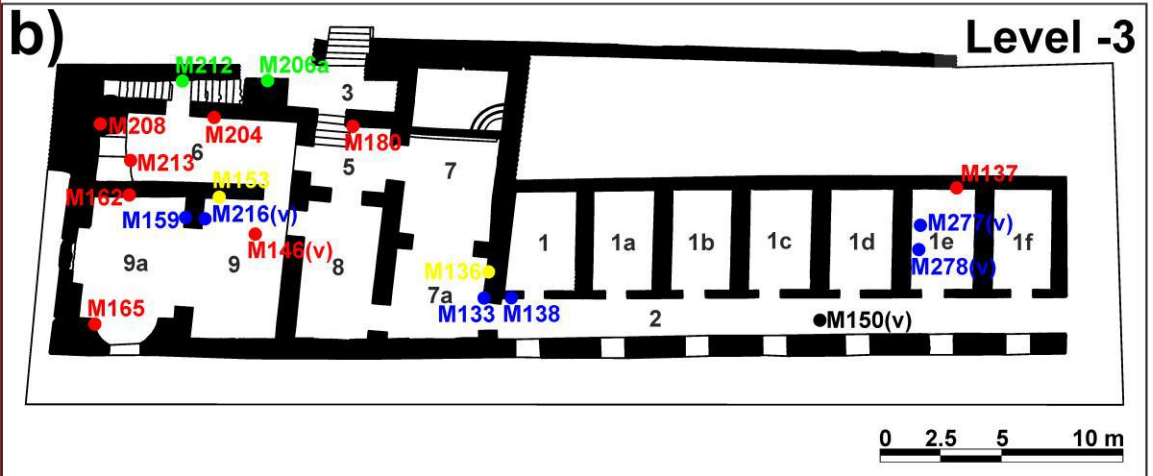
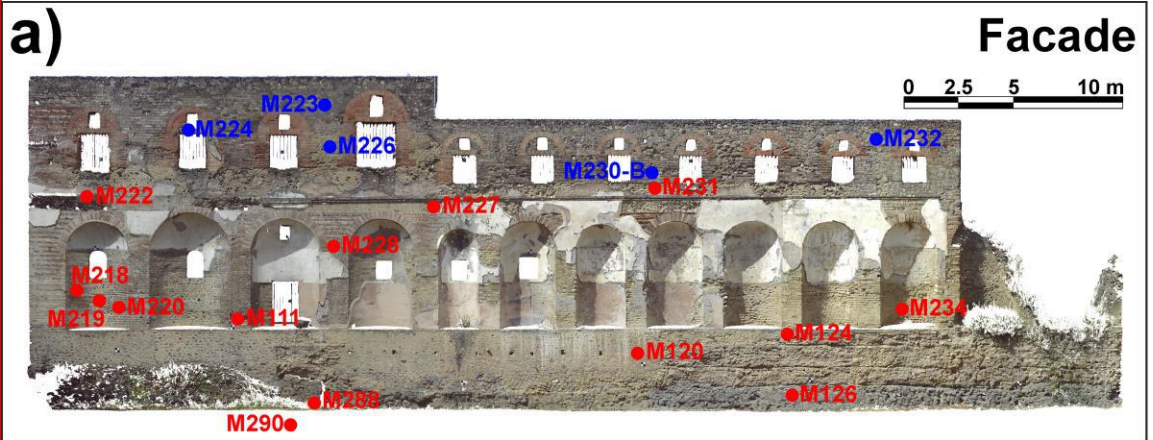
U
N
I
P
D

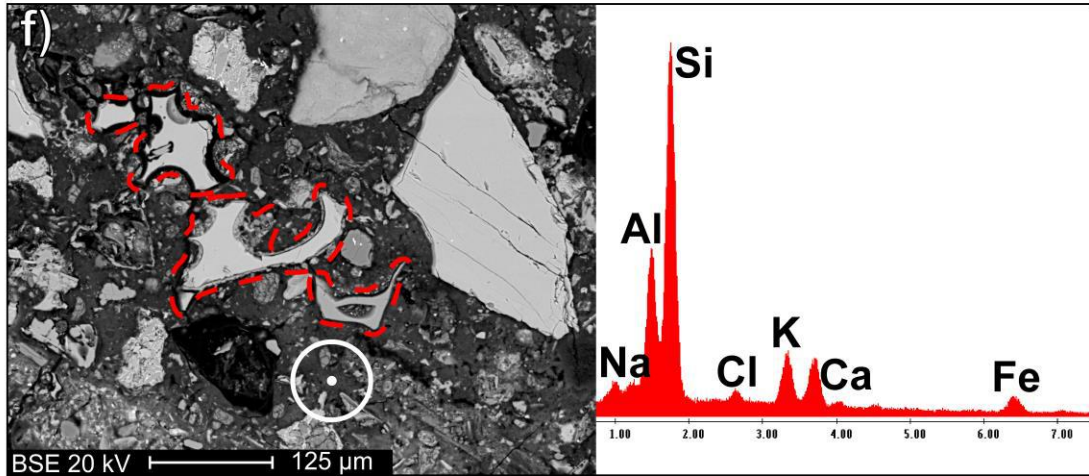
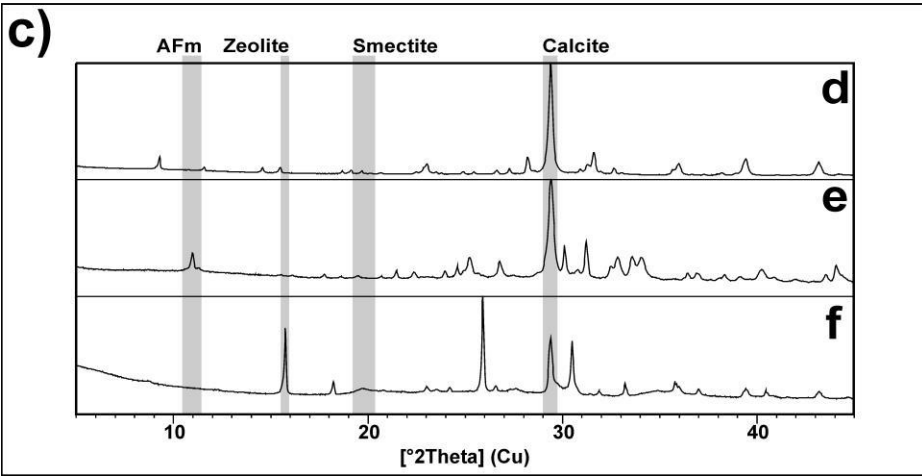
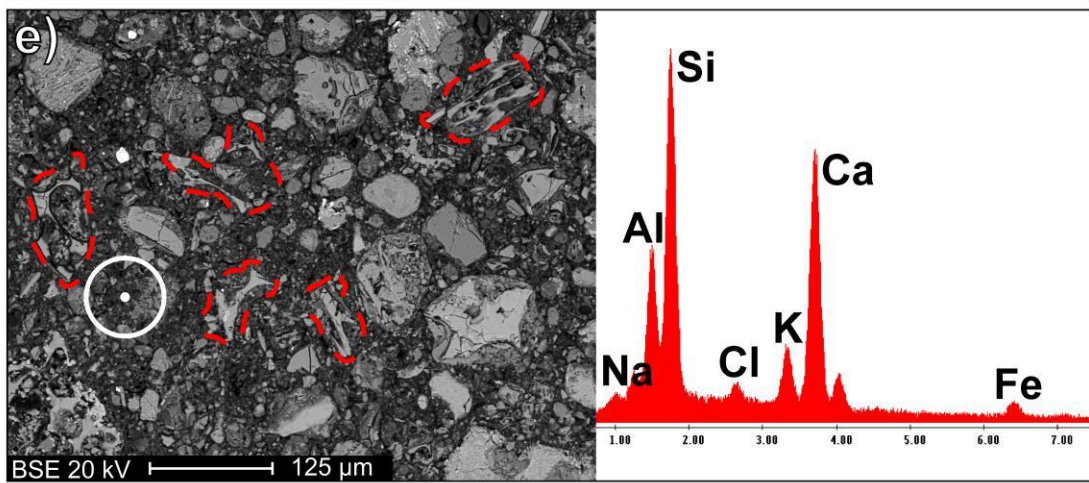
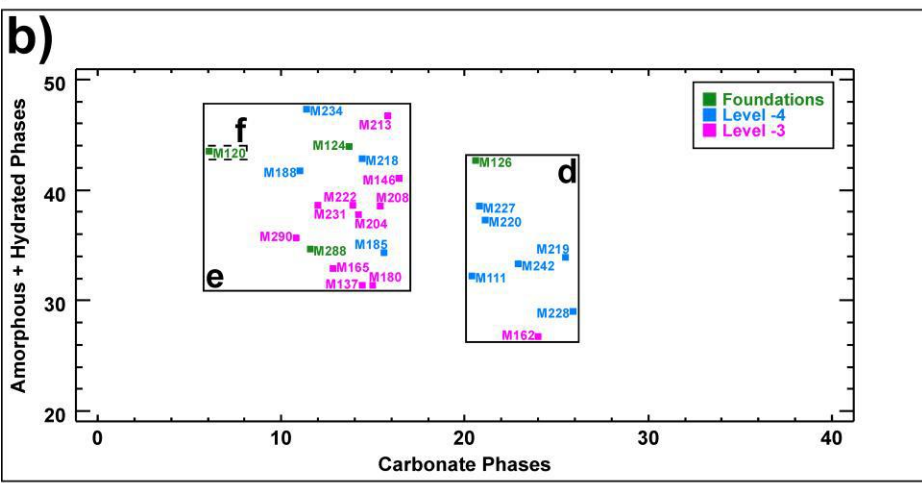
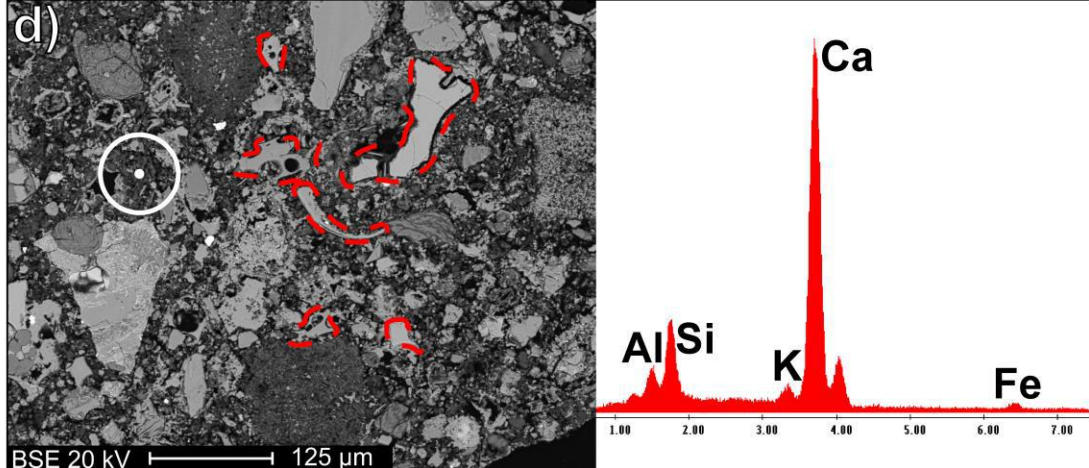
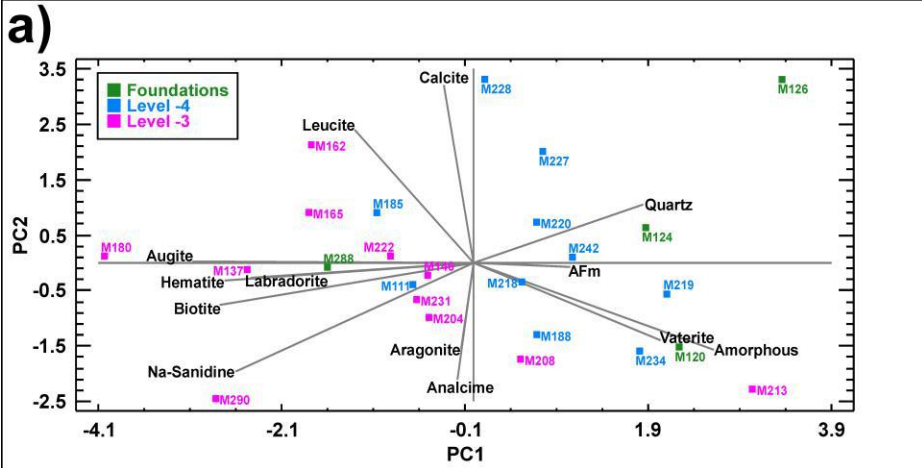
@

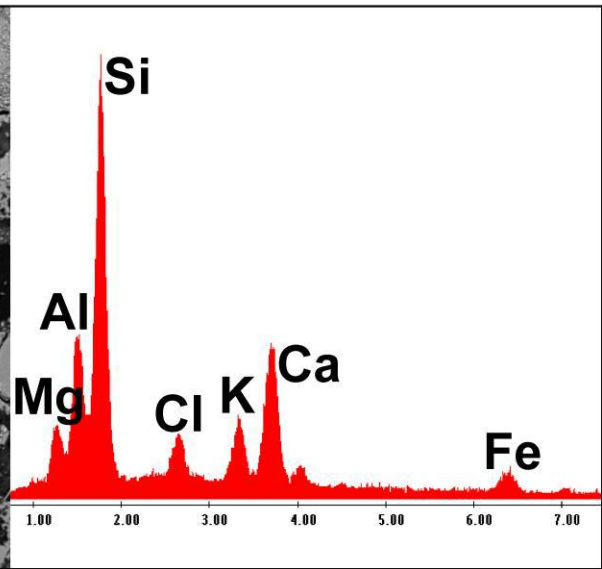
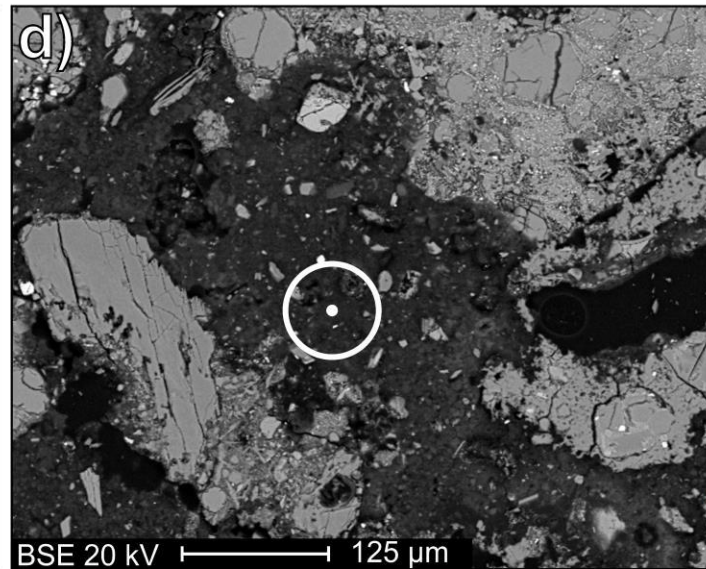
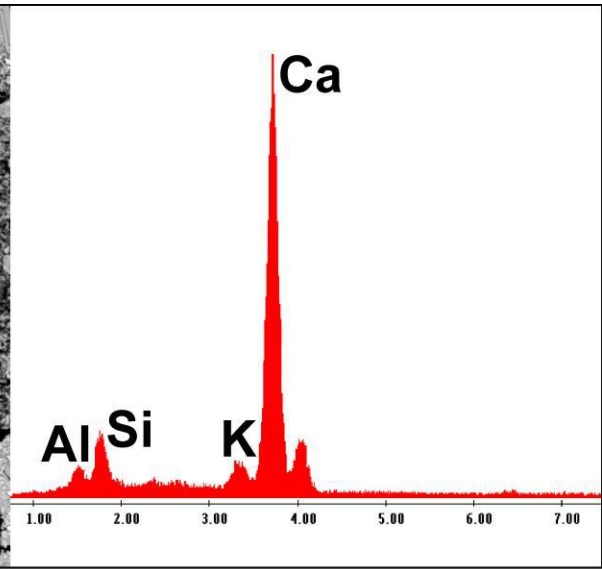
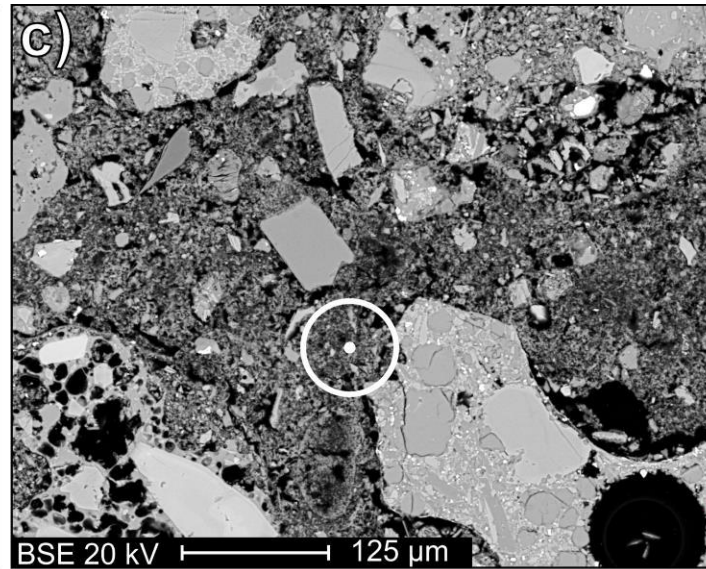
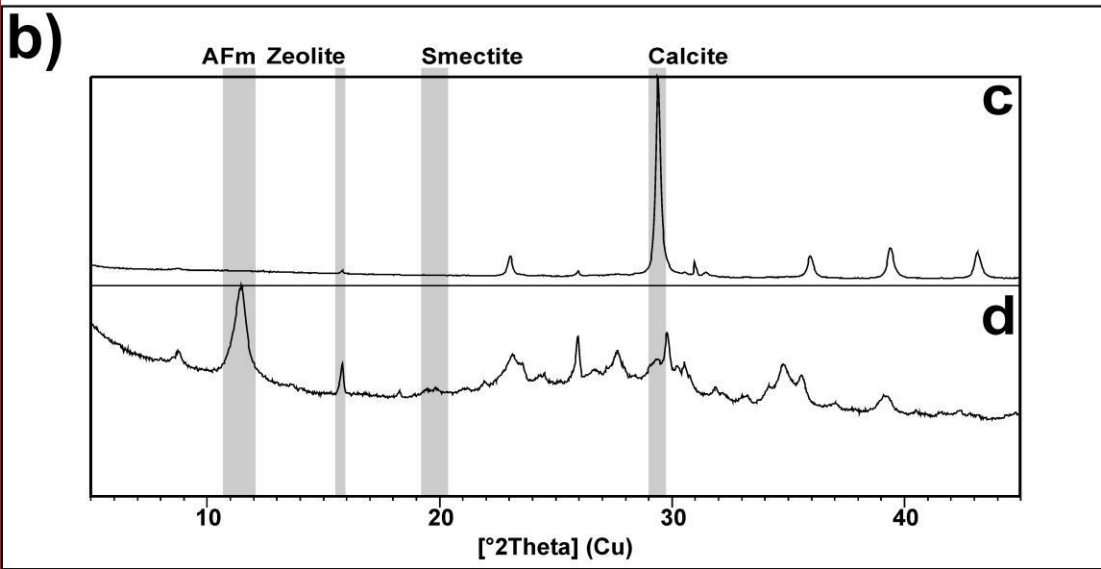
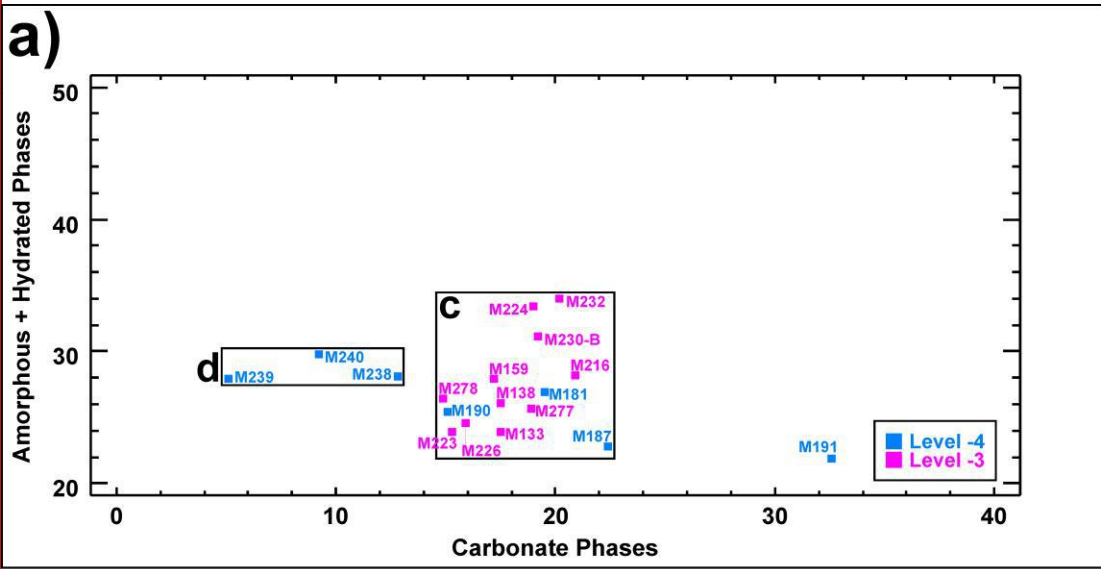
P
O
M
P
E
I













LEGENDA ANALISI DEL DEGRADO:


PROSPETTO:

 Distacco dell'intonaco

 Esfoliazione

 Macchia

 Mancanza

 Erosione











 Lacuna

 Fronte di risalita

 Presenza di vegetazione



LEGENDA QUADRO FESSURATIVO:

- | | | | | |
|---|---|--|---|---|
|  Lesioni superficiali/poco profonde. |  Lesioni diffuse. |  Martello. |  Lesione architrave/archivolto. |  Lesione passante a pavimento. |
|  Lesioni passanti. |  Lesione al cantonale. |  Lesione sulle volte. |  Lesione relativa al secondo ordine di aperture. |  Spanciamento. |



RILIEVO CRITICO

Quadro fessurativo



Lesioni diffuse

Martello



olte.

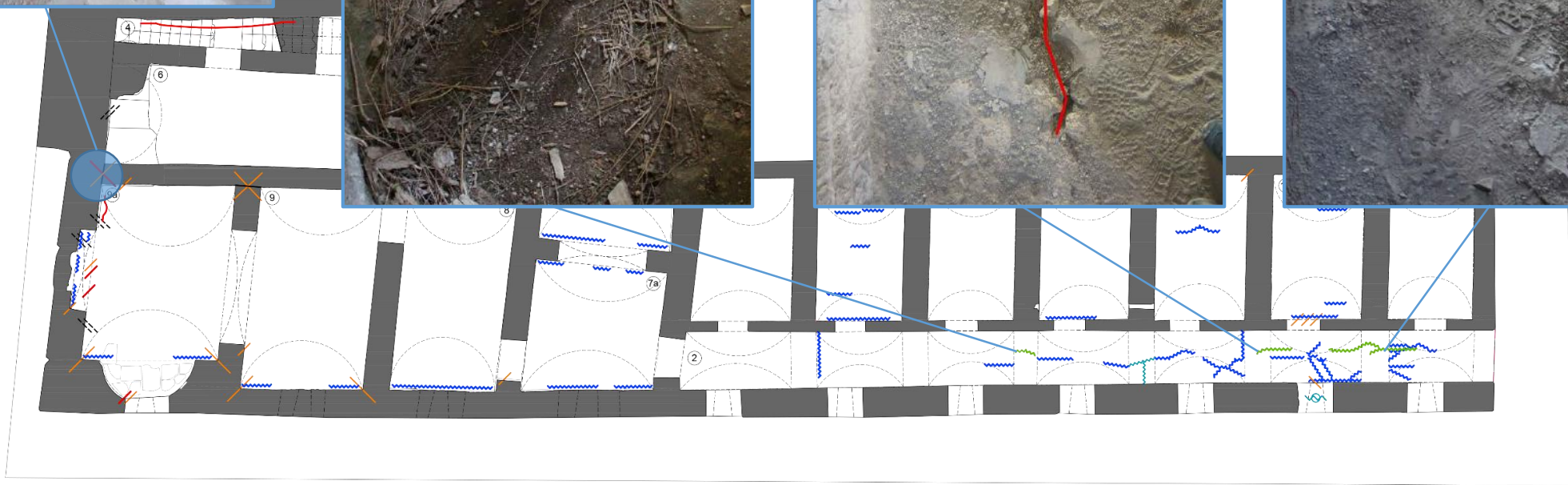


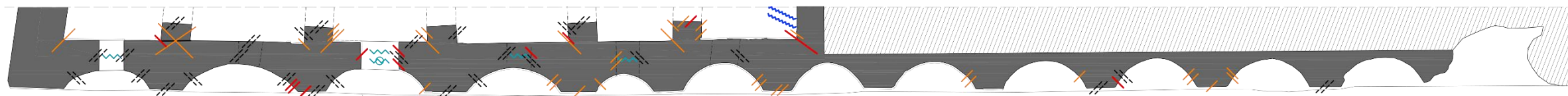
Lesione architrave/archivolto

erture



Lesione passante a pavimento





LEGENDA QUADRO FESSURATIVO:

- | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------------|---|-------------------------------|
| Lesioni superficiali/poco profonde. | Lesioni diffuse. | Martello. | Lesione architrave/archivolto. | Lesione passante a pavimento. |
| Lesioni passanti. | Lesione al cantonale. | Lesione sulle volte. | Lesione relativa al secondo ordine di aperture. | Spanciamento. |

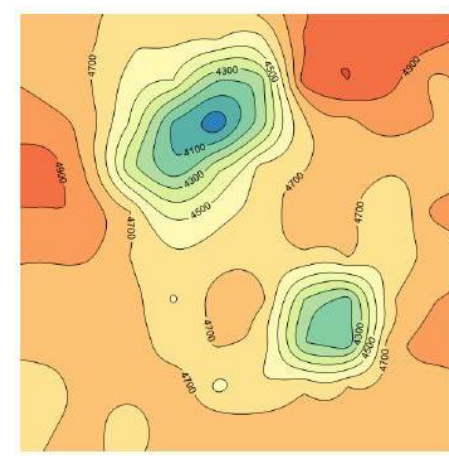
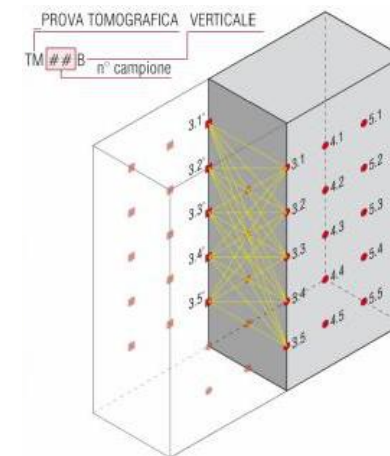
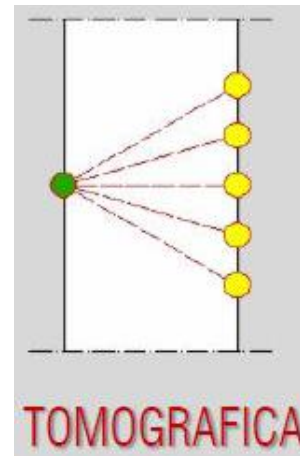
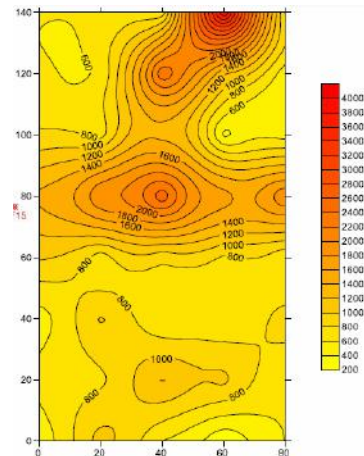
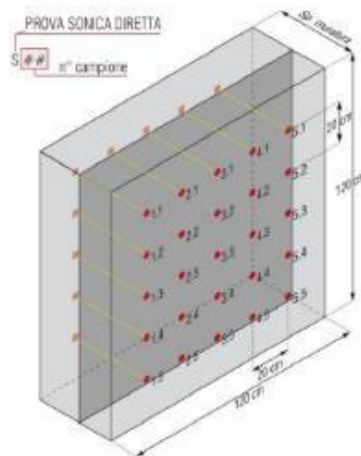
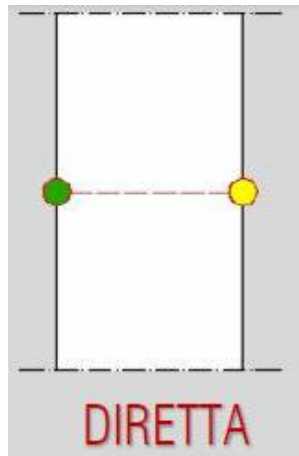
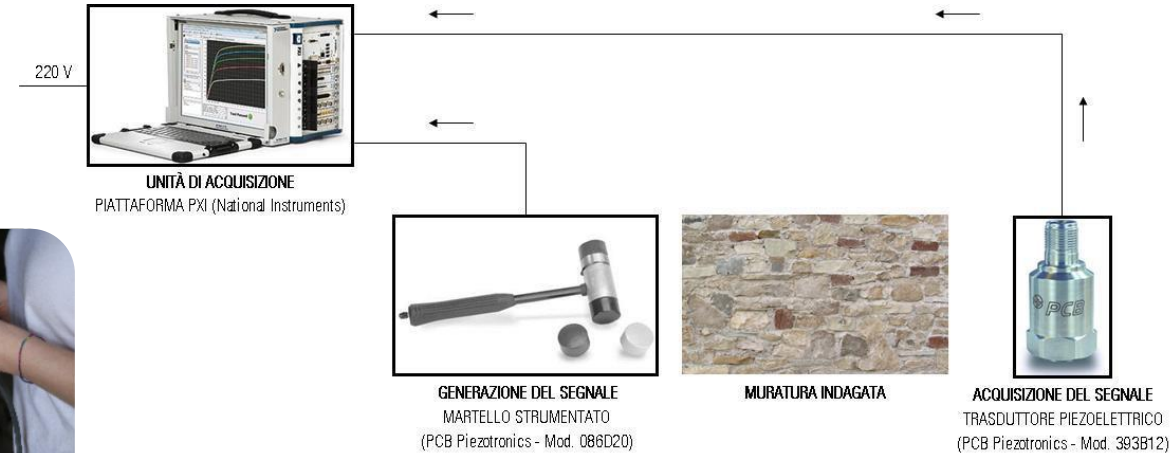
La prova consiste nella misurazione della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali passanti attraverso il mezzo murario e nella successiva individuazione della correlazione esistente tra di essa ed alcune grandezze qualitative della muratura.

Obiettivi:

- Valutazione qualitativa consistenza muraria
- Individuazione tessiture murarie
- Valutazione efficacia interventi di consolidamento (es. iniezione)

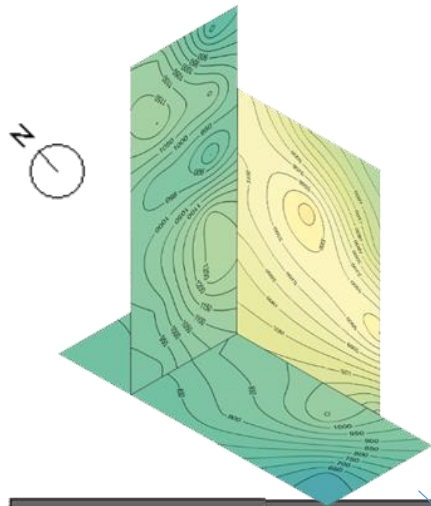
Modalità di prova:

- Diretta
- Tomografica



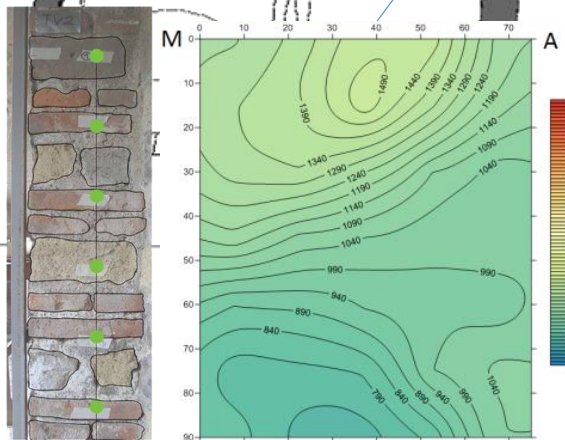
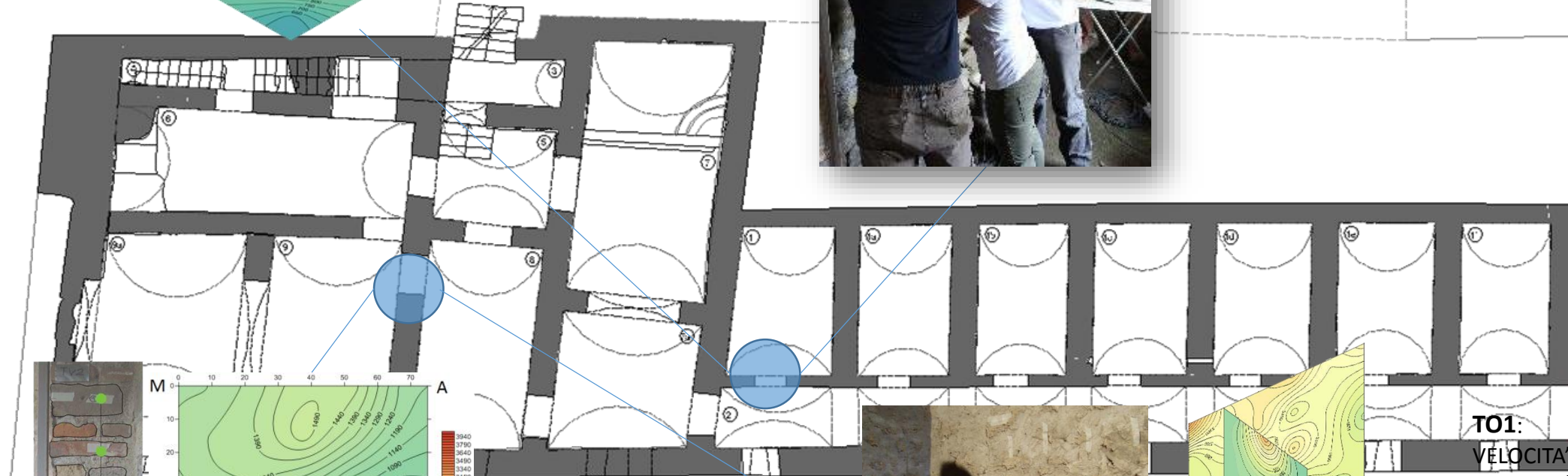
QUALIFICAZIONE DELLE MURATURE

Prove soniche tomografiche

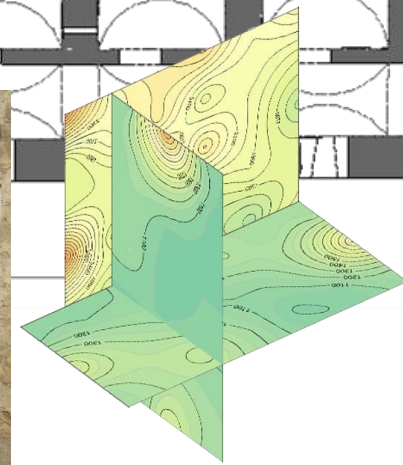


T03:
VELOCITA' MASSIMA: 1105 m/s
VELOCITA' MEDIA: 872 m/s
VELOCITA' MINIMA: 818 m/s

TV3:
VELOCITA' MASSIMA: 1275 m/s
VELOCITA' MEDIA: 1025 m/s
VELOCITA' MINIMA: 692 m/s



TV2:
VELOCITA' MASSIMA: 1520 m/s
VELOCITA' MEDIA: 1090 m/s
VELOCITA' MINIMA: 720 m/s

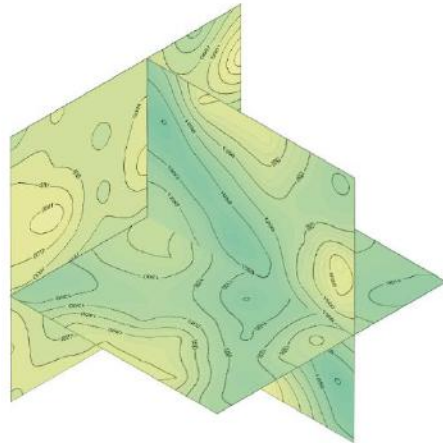


T01:
VELOCITA' MASSIMA: 2027 m/s
VELOCITA' MEDIA: 1260 m/s
VELOCITA' MINIMA: 990 m/s

TV1:
VELOCITA' MASSIMA: 3096 m/s
VELOCITA' MEDIA: 1277 m/s
VELOCITA' MINIMA: 839 m/s

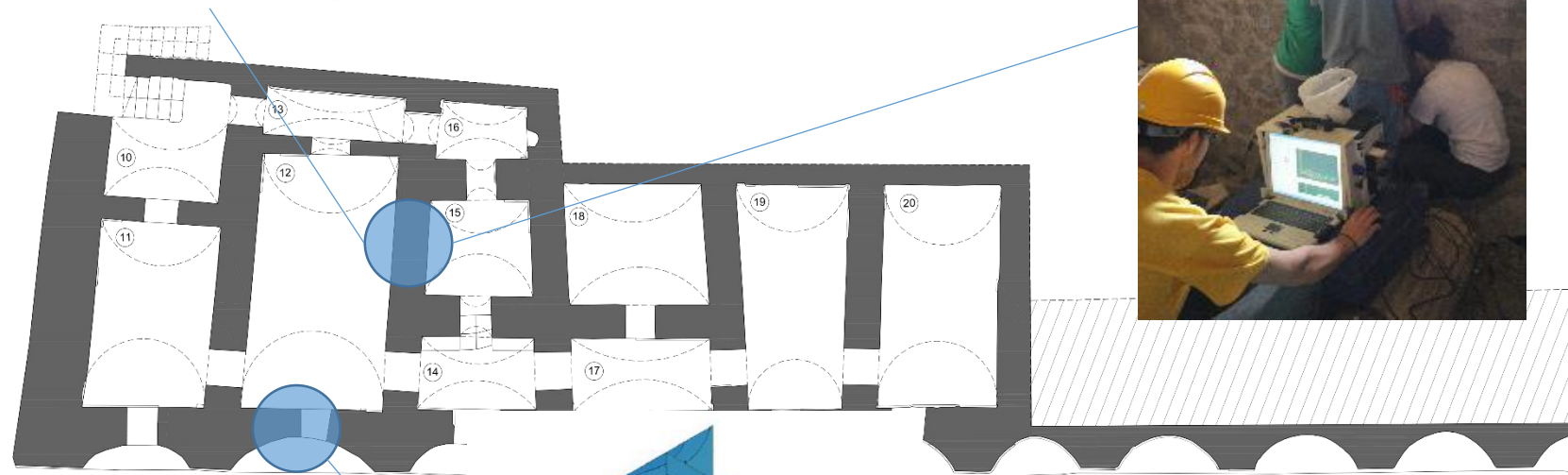
QUALIFICAZIONE DELLE MURATURE

Prove soniche tomografiche



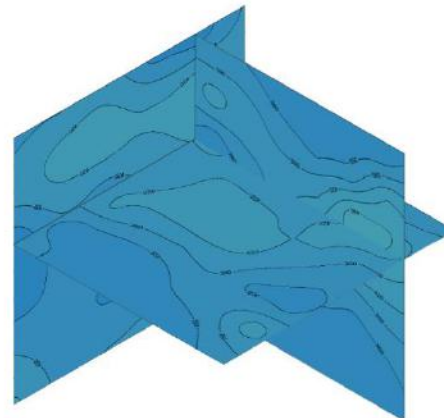
TO6:
VELOCITA' MASSIMA: 1602 m/s
VELOCITA' MEDIA: 1234 m/s
VELOCITA' MINIMA: 841 m/s

TV6:
VELOCITA' MASSIMA: 1787 m/s
VELOCITA' MEDIA: 1307.62 m/s
VELOCITA' MINIMA: 886 m/s

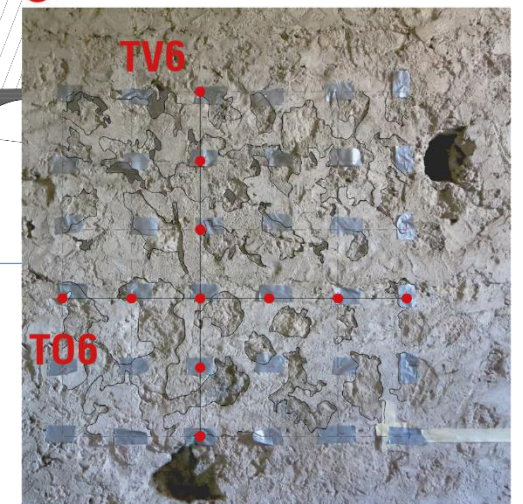


TO5:
VELOCITA' MASSIMA: 445 m/s
VELOCITA' MEDIA: 389.02 m/s
VELOCITA' MINIMA: 340 m/s

TV5:
VELOCITA' MASSIMA: 445 m/s
VELOCITA' MEDIA: 389 m/s
VELOCITA' MINIMA: 340 m/s



● Punti di battuta del martello strumentato



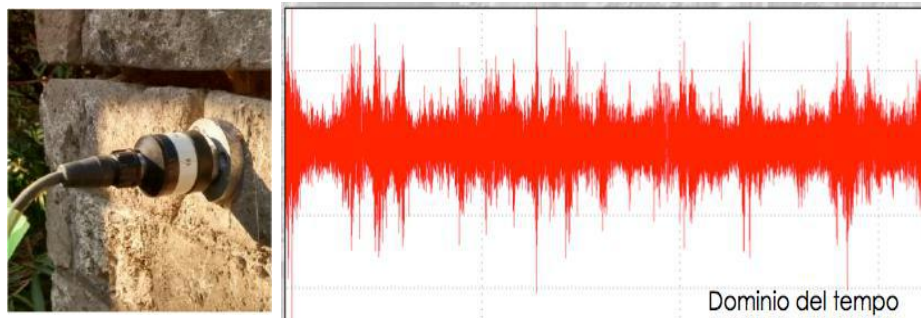
Obiettivi:

- Caratterizzazione del comportamento dinamico (sismico) della struttura
- Estrazione dei parametri modali (frequenze naturali, forme modali, fattori di smorzamento)
- Utilizzo dei risultati per la calibrazione e validazione di modelli strutturali

Metodologia impiegata:

- Installazione di una rete di sensori di accelerazione in punti significativi
- Acquisizione delle vibrazioni ambientali (prodotte da vento, traffico, microtremori, ..)
- Elaborazione delle time history con algoritmi dell'analisi modale

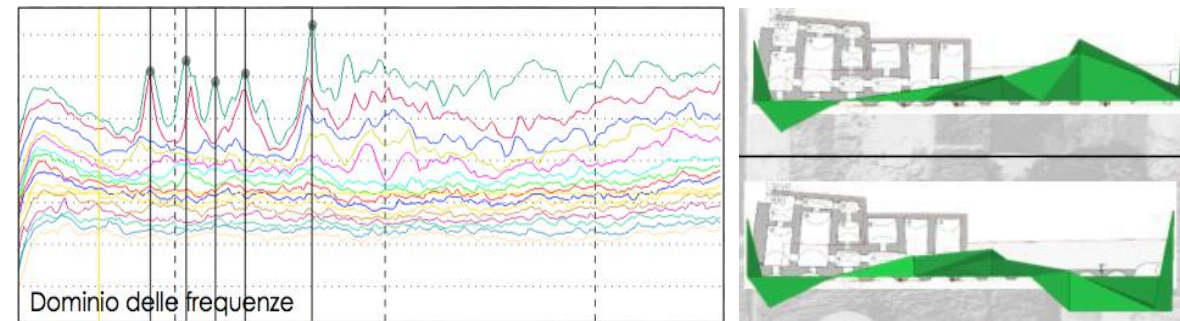
TIME HISTORIES ACQUISITE



ANALISI
MODALE



FUNZIONE DI RISPOSTA IN FREQUENZA

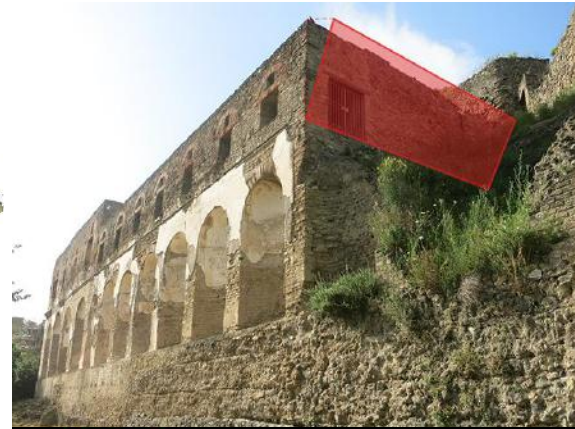
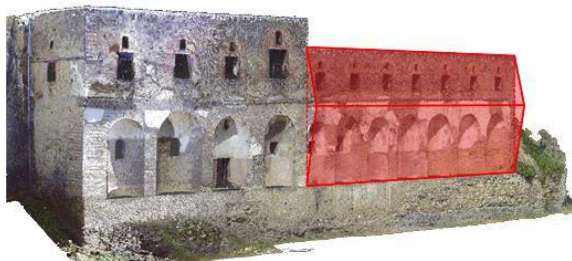
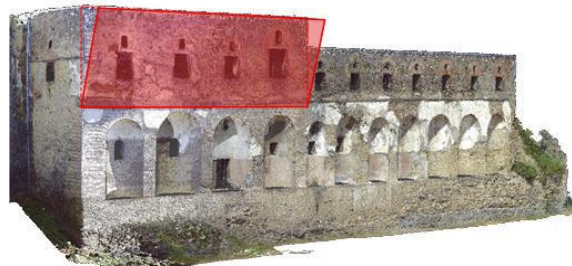
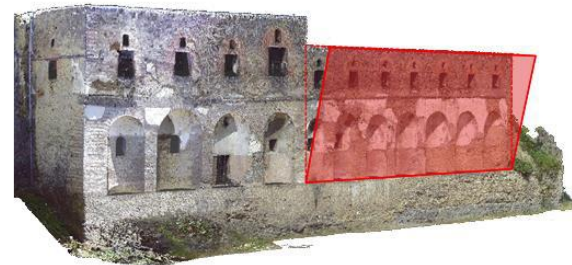


RISULTATI

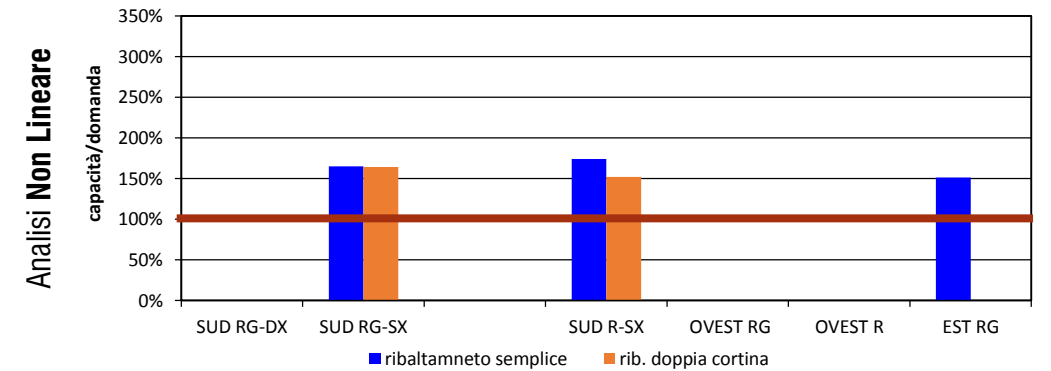
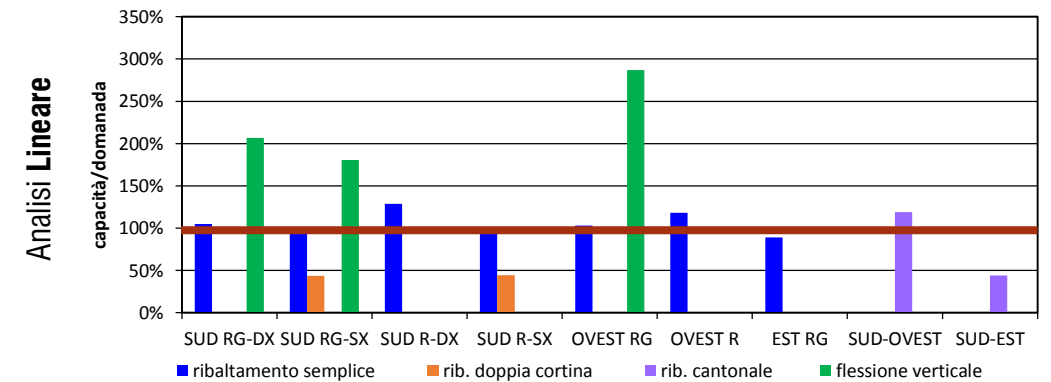


- Frequenze naturali
- Modi di vibrare
- Fattori di smorzamento

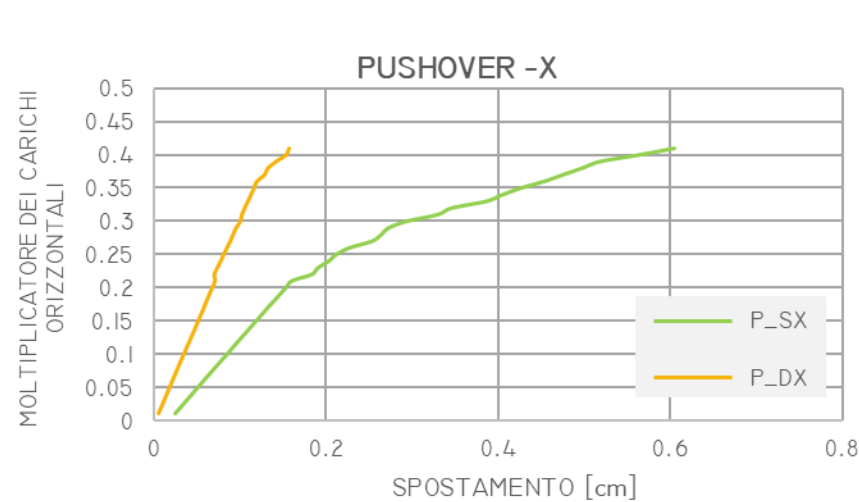
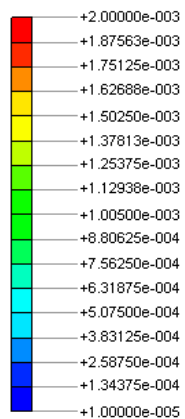
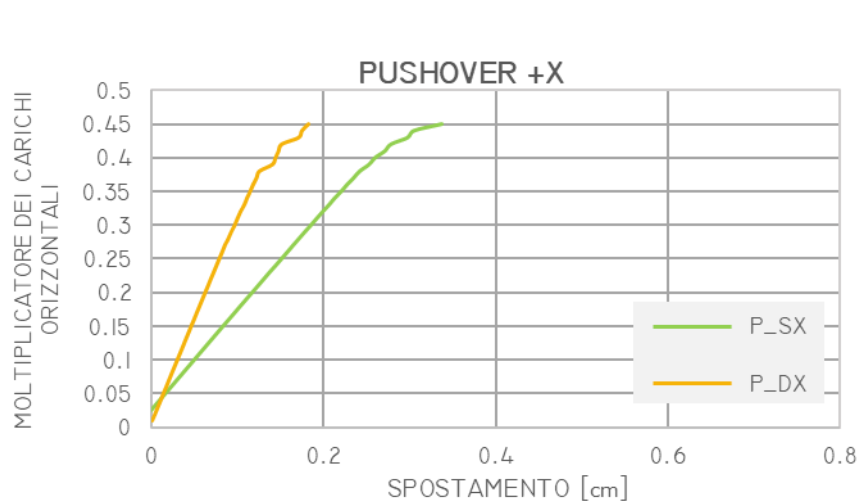
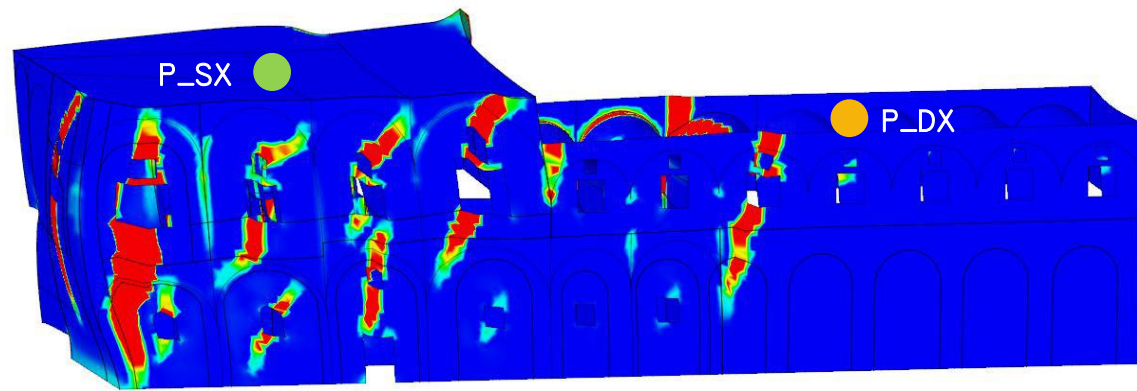
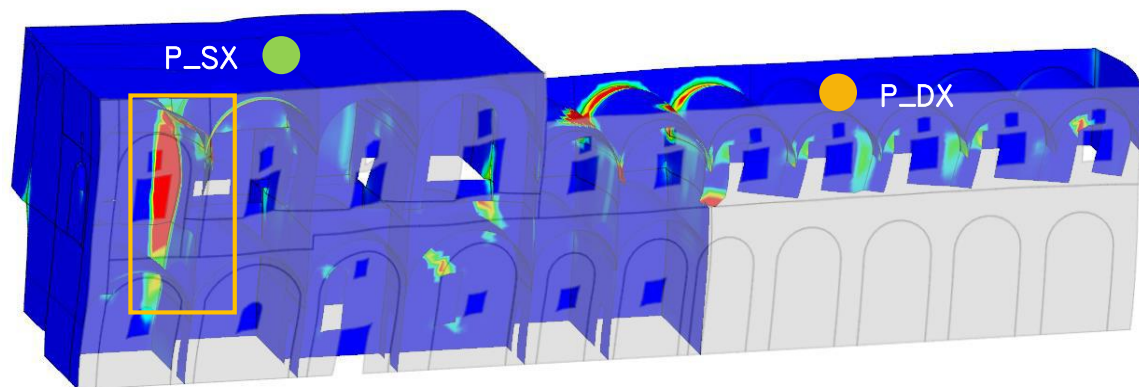
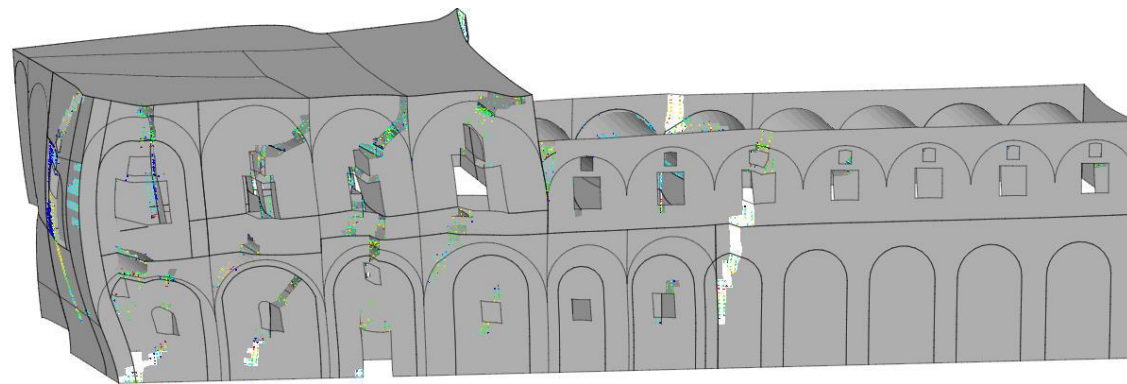
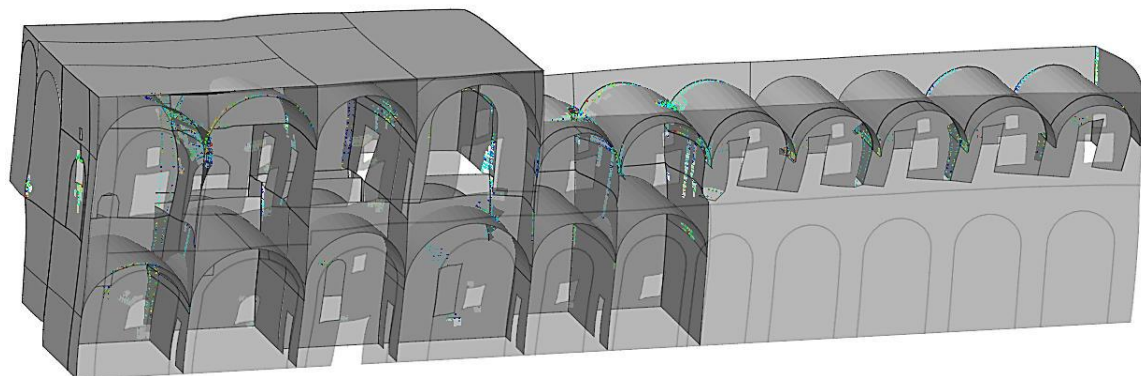
ANALISI CINEMATICA



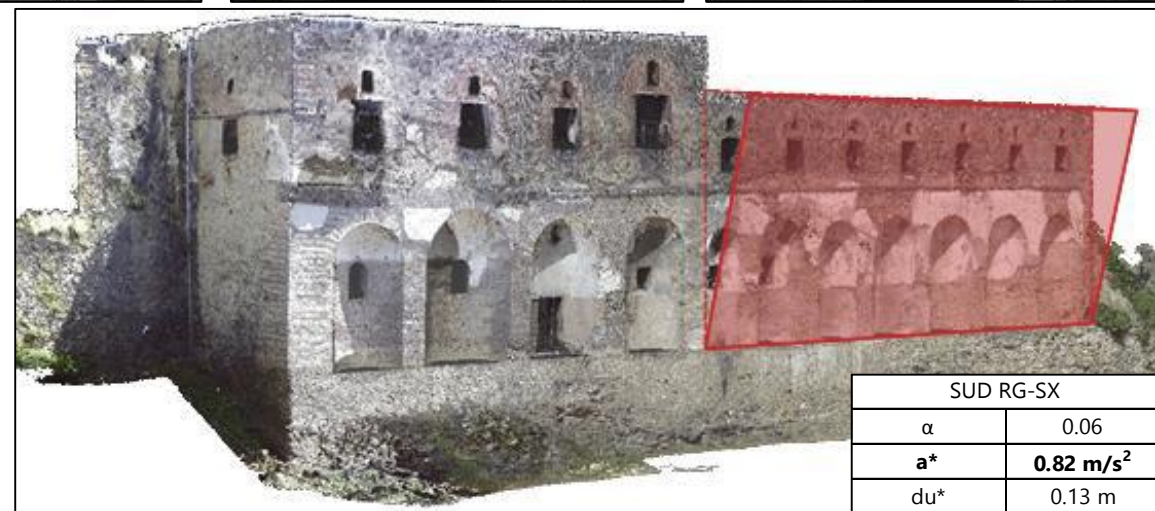
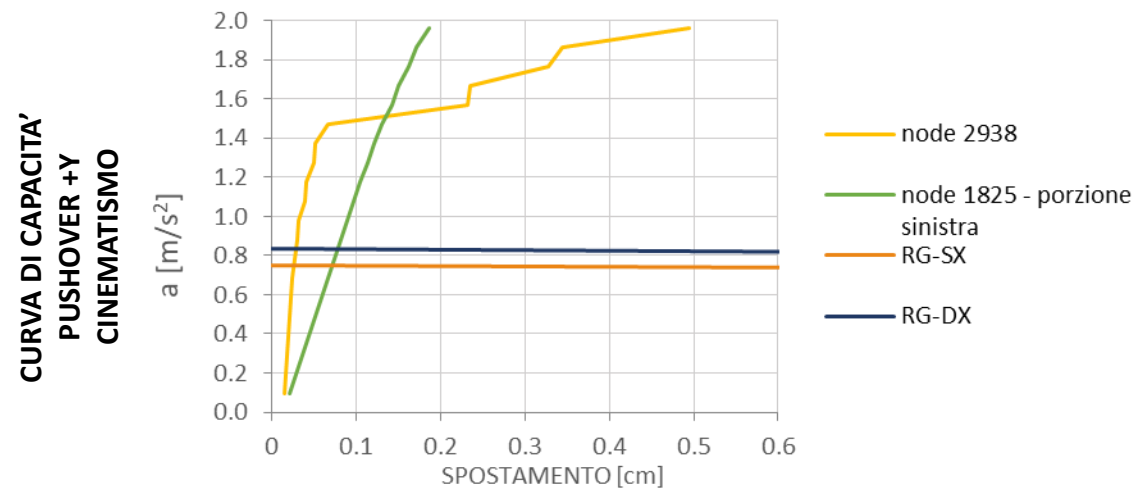
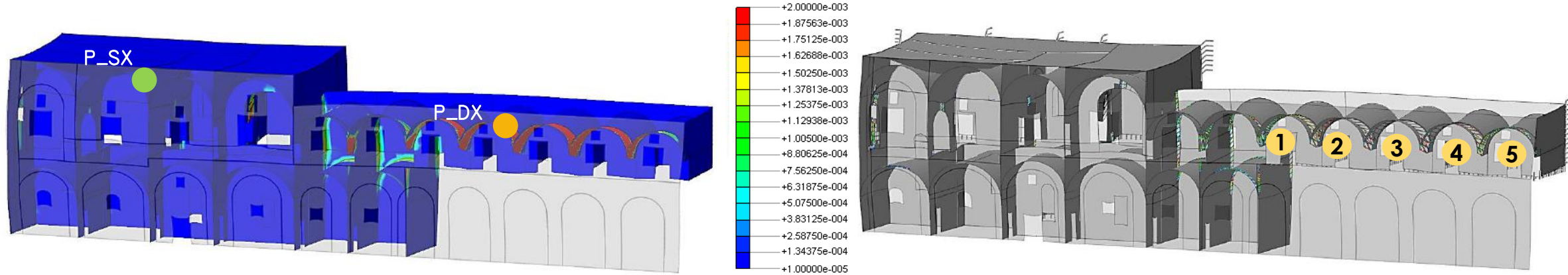
parete	ribaltamento semplice lineare	ribaltamento semplice non lineare	ribaltamento a doppia cortina lineare	ribaltamento a doppia cortina non lineare	ribaltamento nel piano lineare	flessione verticale lineare
SUD RG-DX	105%				325%	207%
SUD RG-SX	97%	165%	44%	162%	427%	181%
SUD R-DX	129%				1072%	
SUD R-SX	96%	174%	44%	2168%	749%	
OVEST RG	103%					287%
OVEST R	118%					
EST RG	89%	151%				



ANALISI PUSHOVER NEL PIANO



ANALISI PUSHOVER FUORI PIANO



SUD RG-SX	
α	0.06
a^*	0.82 m/s²
du^*	0.13 m

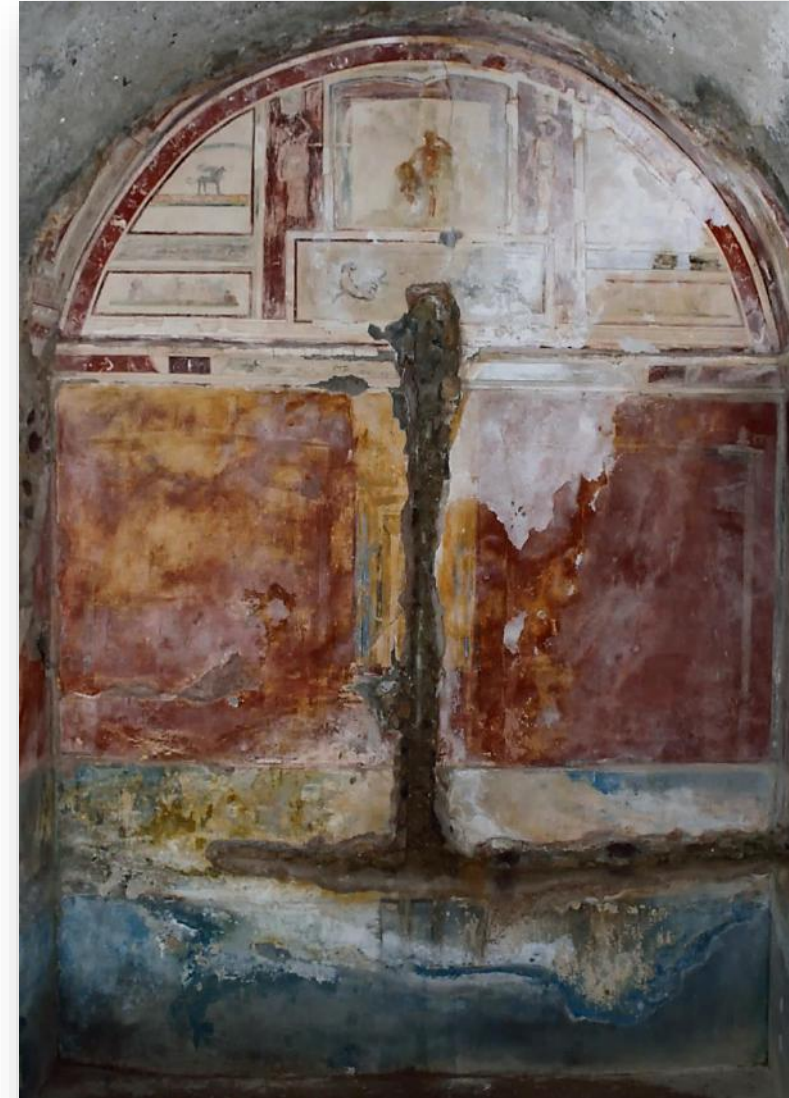
Il sistema decorativo del *Frigidarium* delle Terme del Sarno



Niccolini, 1898



Ioppolo 1992



February 2017

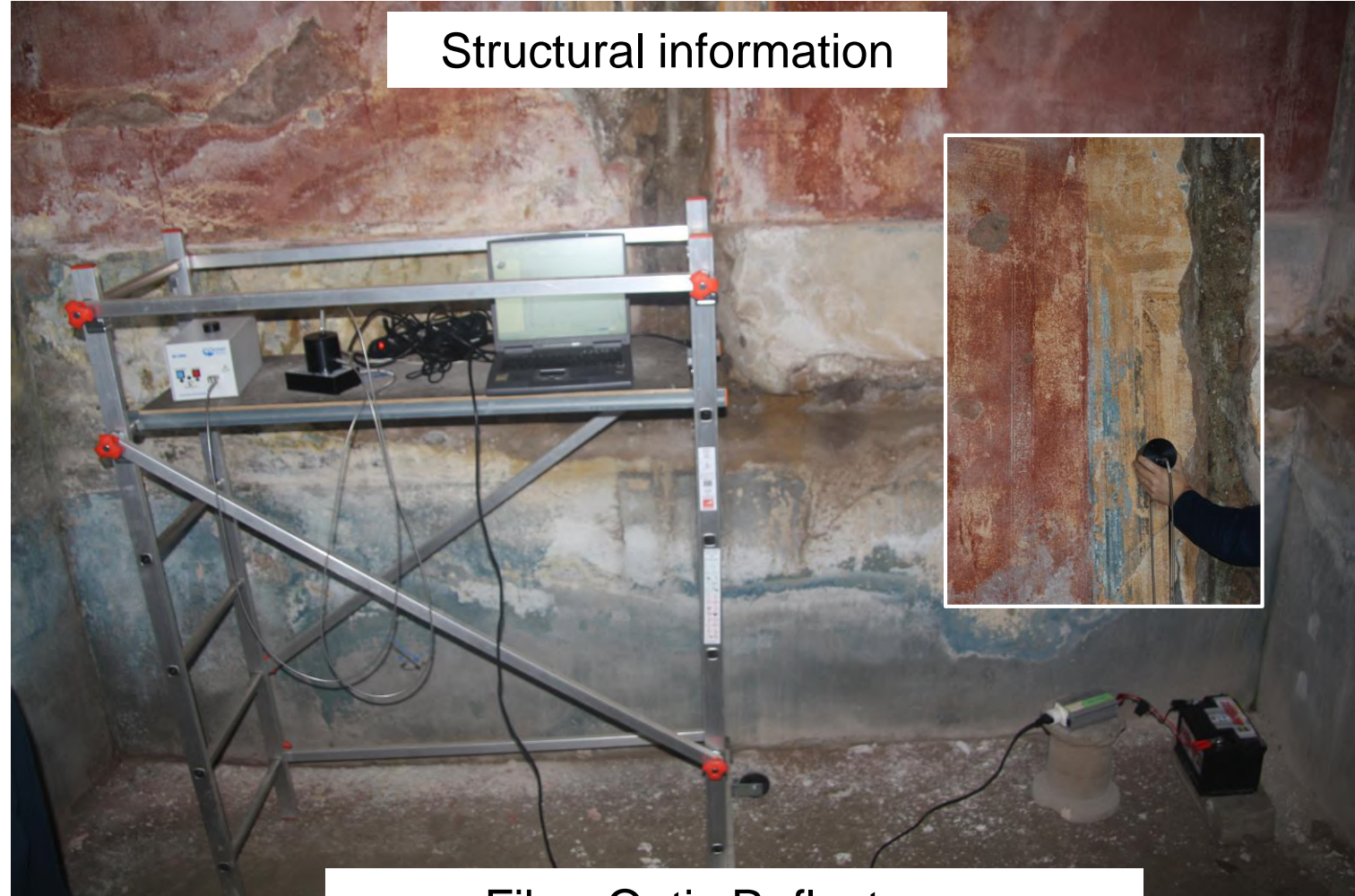
Analisi *in situ*

Elemental composition



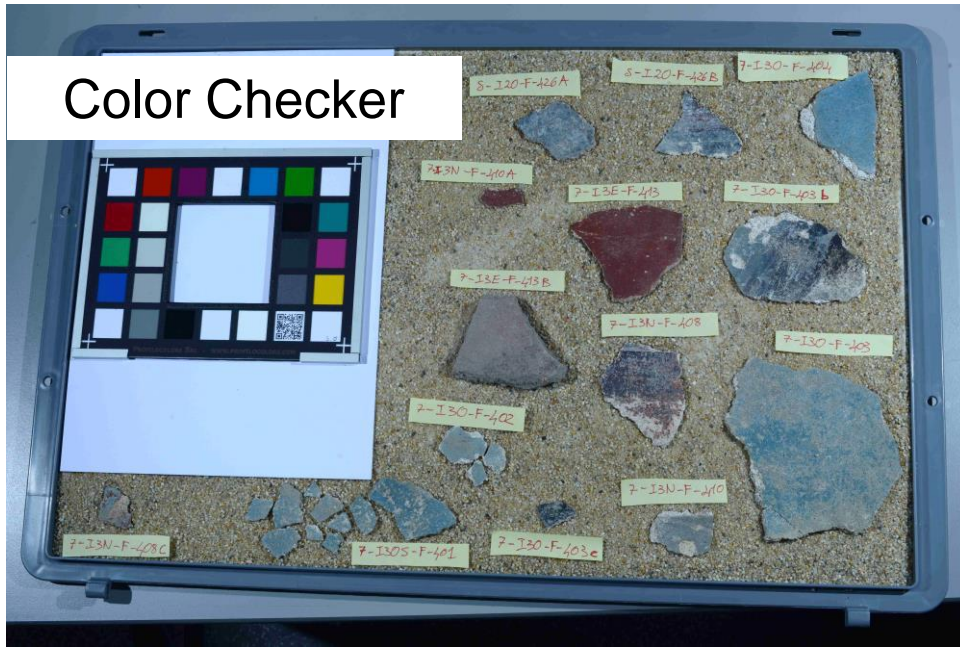
Portable X-Ray Fluorescence Spectrometer (pXRF)

Structural information



Fiber Optic Reflectance Spectrometer (FORS)

Calibrazione dati *ex situ*



Color Checker

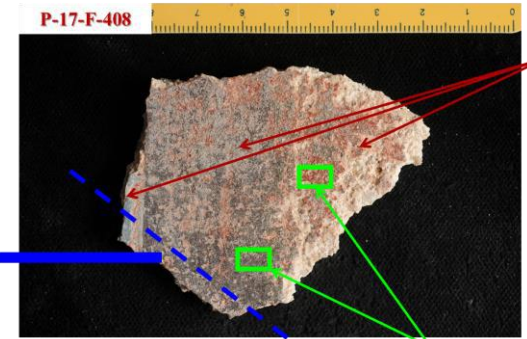


UV

IR1

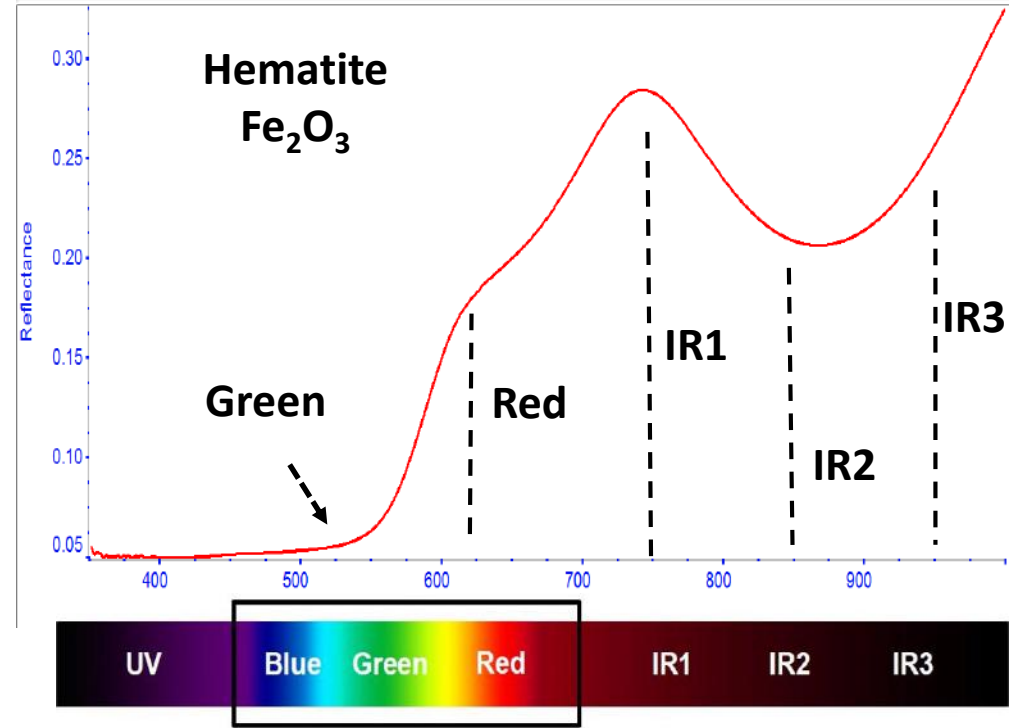
IR3

Thin sections
preparations :
✓ confocale
✓ OM-LR
✓ μ-Raman
✓ SEM-EDS



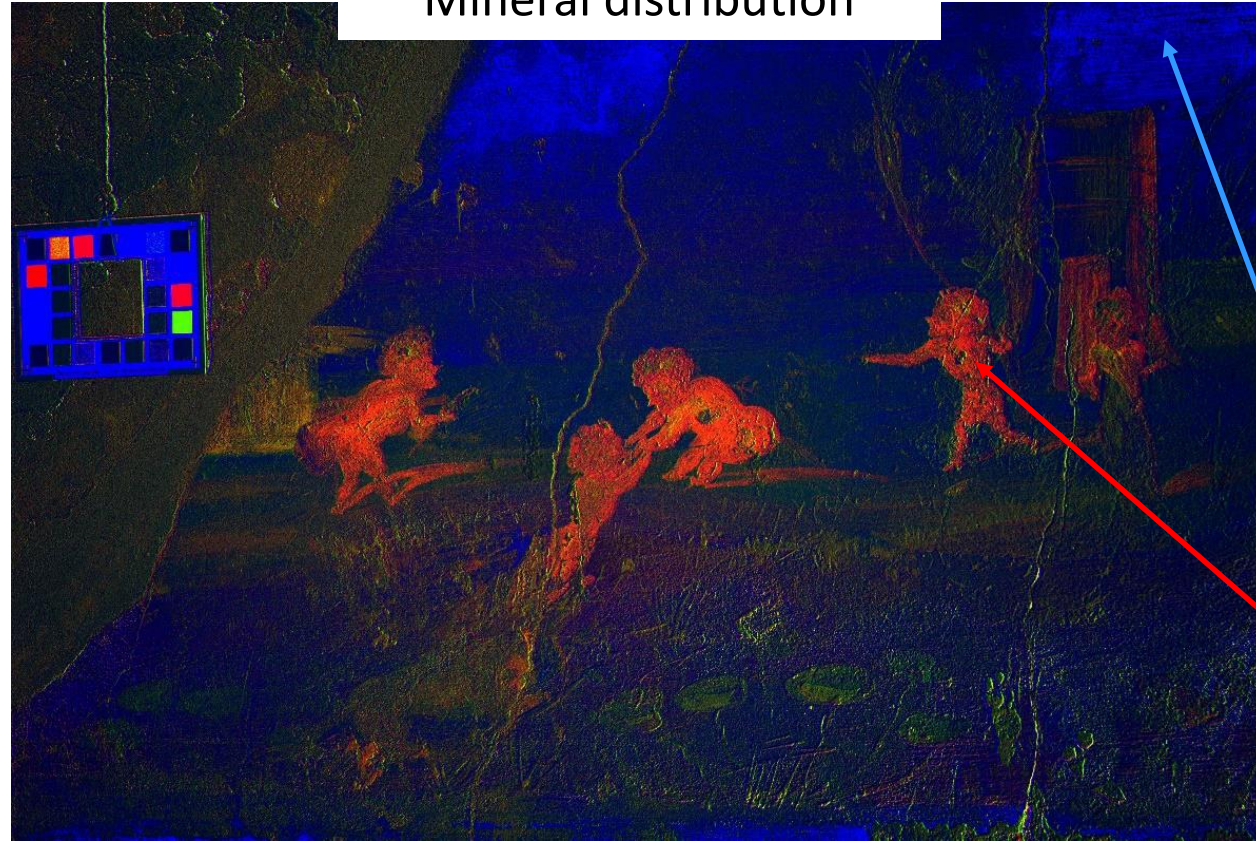
Non-invasive
surface analysis :
✓ FORS
✓ p-XRF
✓ μ-Raman

Powder samples
for XRD analysis



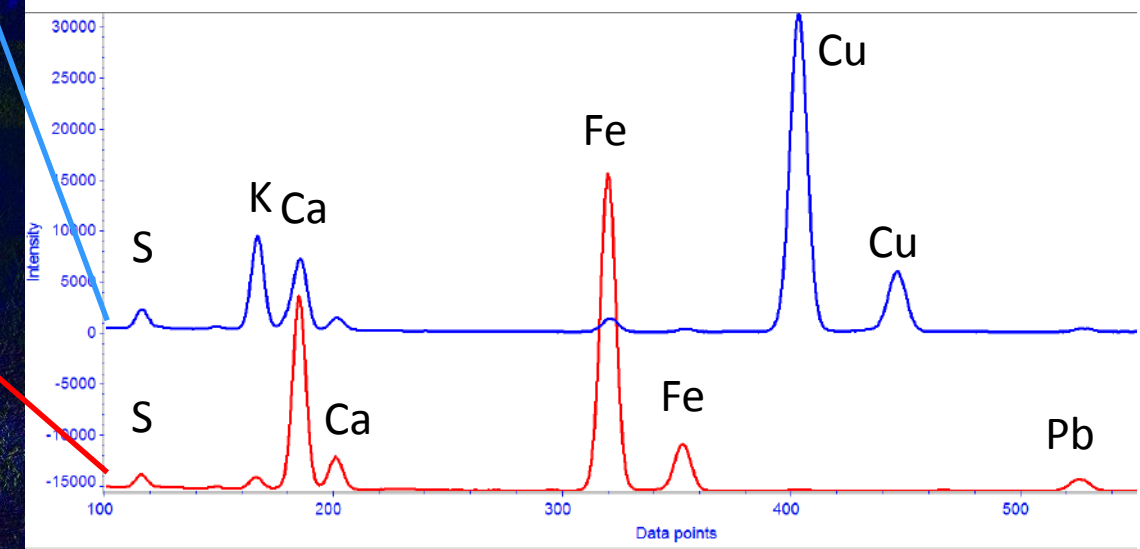
Frigidarium, muro est

Mineral distribution



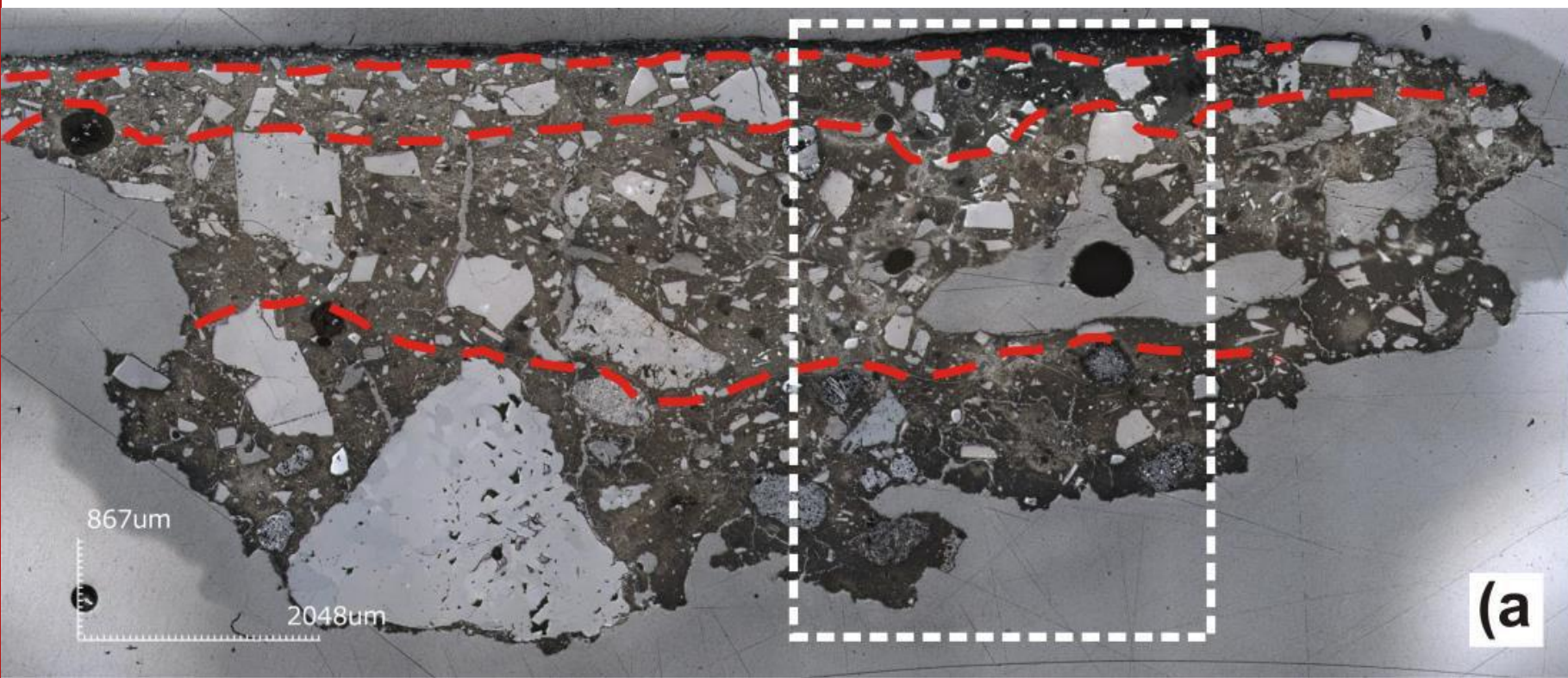
R: Hematite
G: Goethite
B: Egyptian Blue

pXRF



Measurements by Matteo Parisatto (GeoMEB Srls)

Microstratigrafia degli intonaci



(a)

(b)



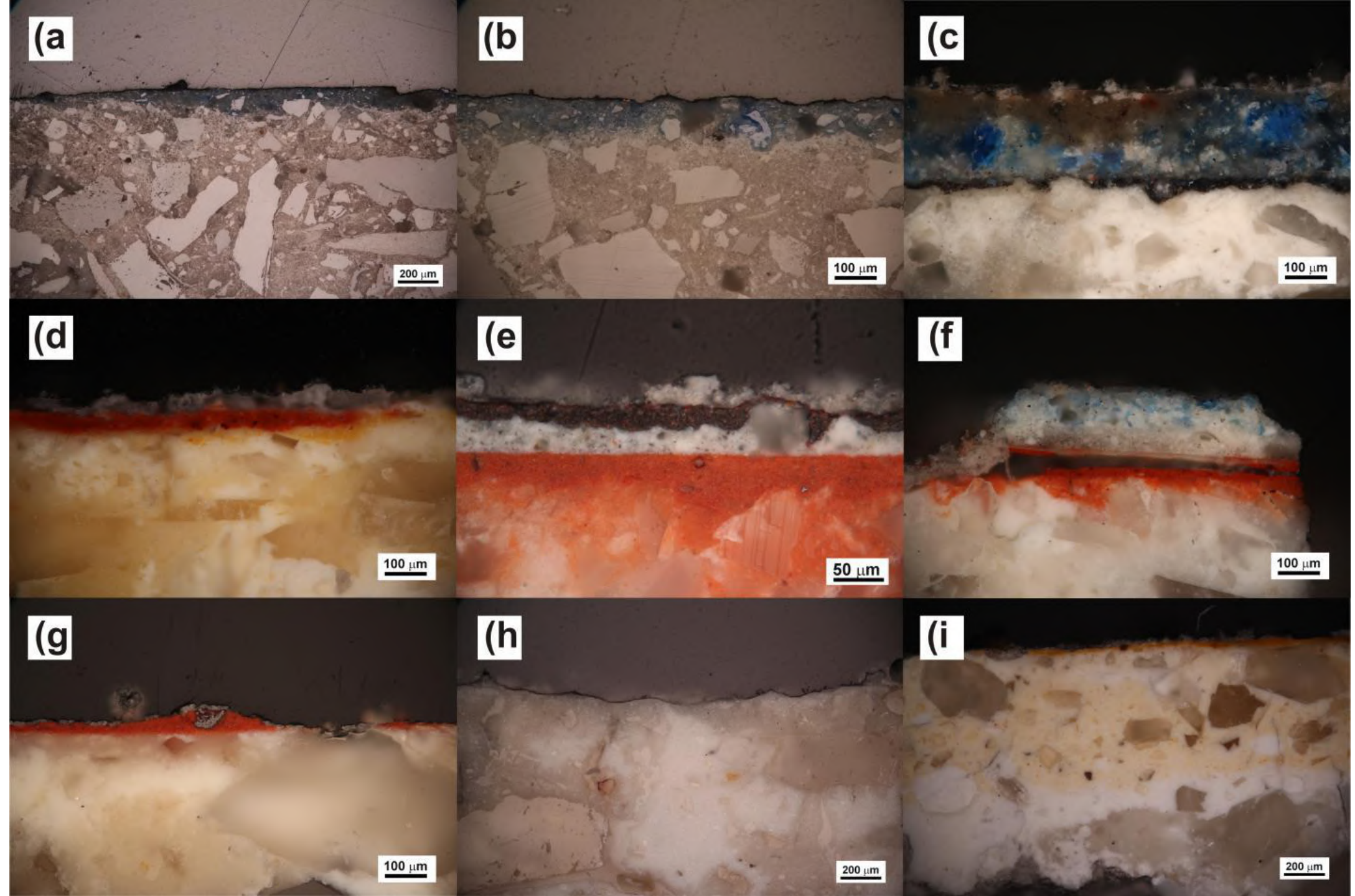
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCE
Interdepartmental Research Center
for the Study of Concrete Materials
and Hydraulic Binders

DBC
DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
E DELLA MUSICA

Dipartimento di
Geoscienze

ICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, DEI SISTEMI E DELL'AMBIENTE - ICEA
ALTERNANDO SCIENZE, LABORATORIUM



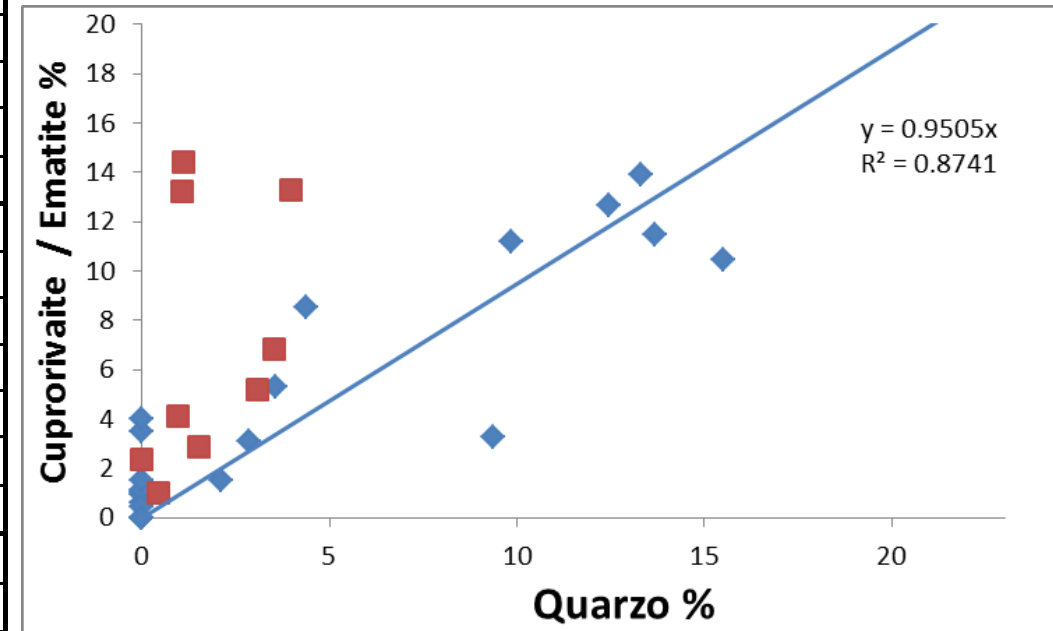
U
N
I
P
D

@

P
O
M
P
E
I

XRPD pigmenti e fasi collegate

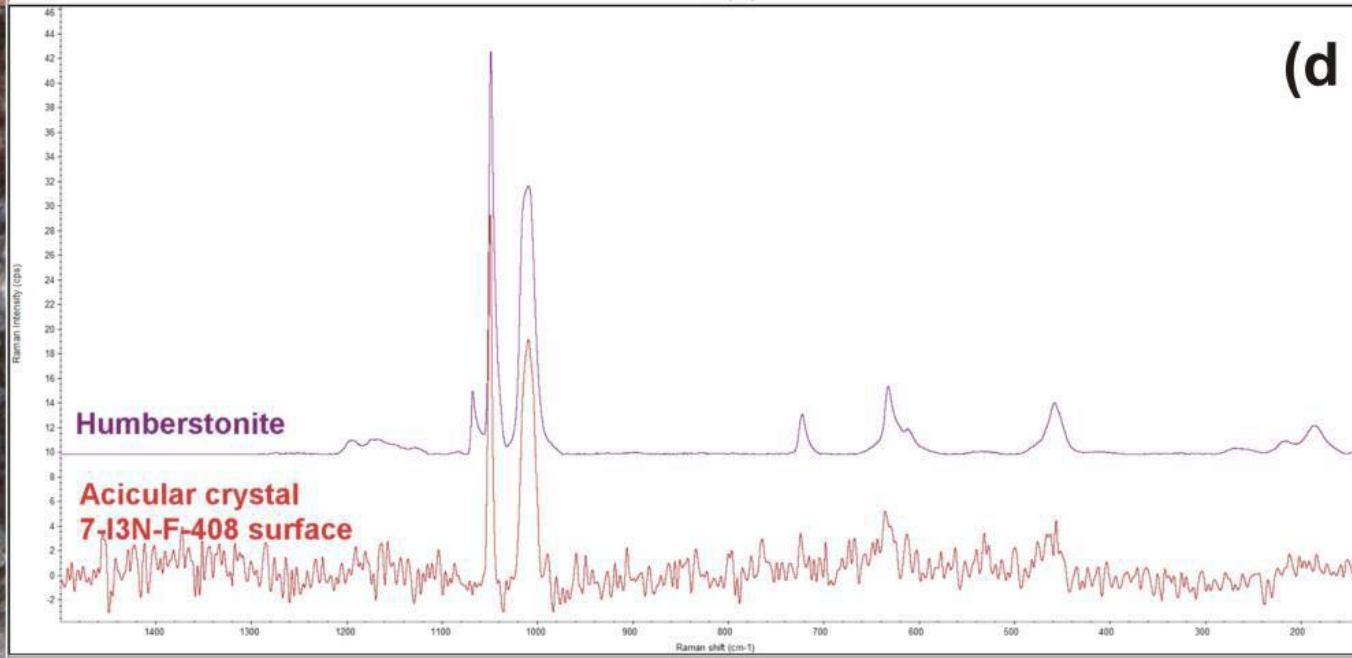
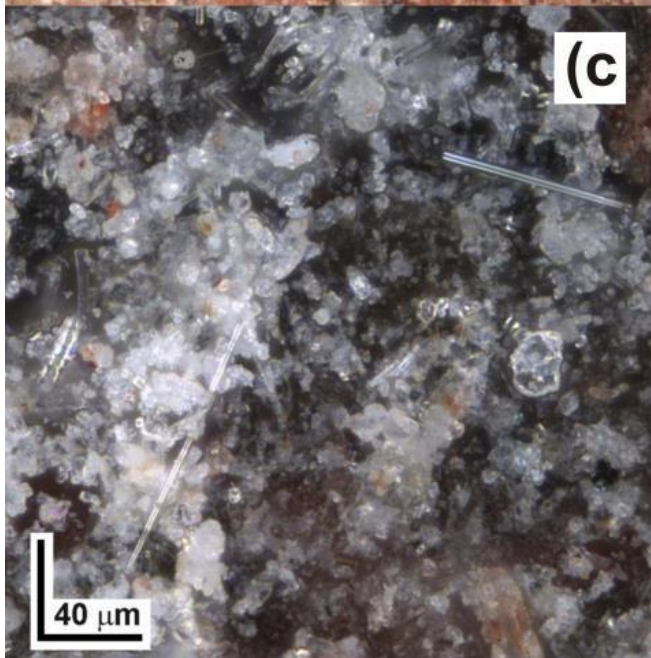
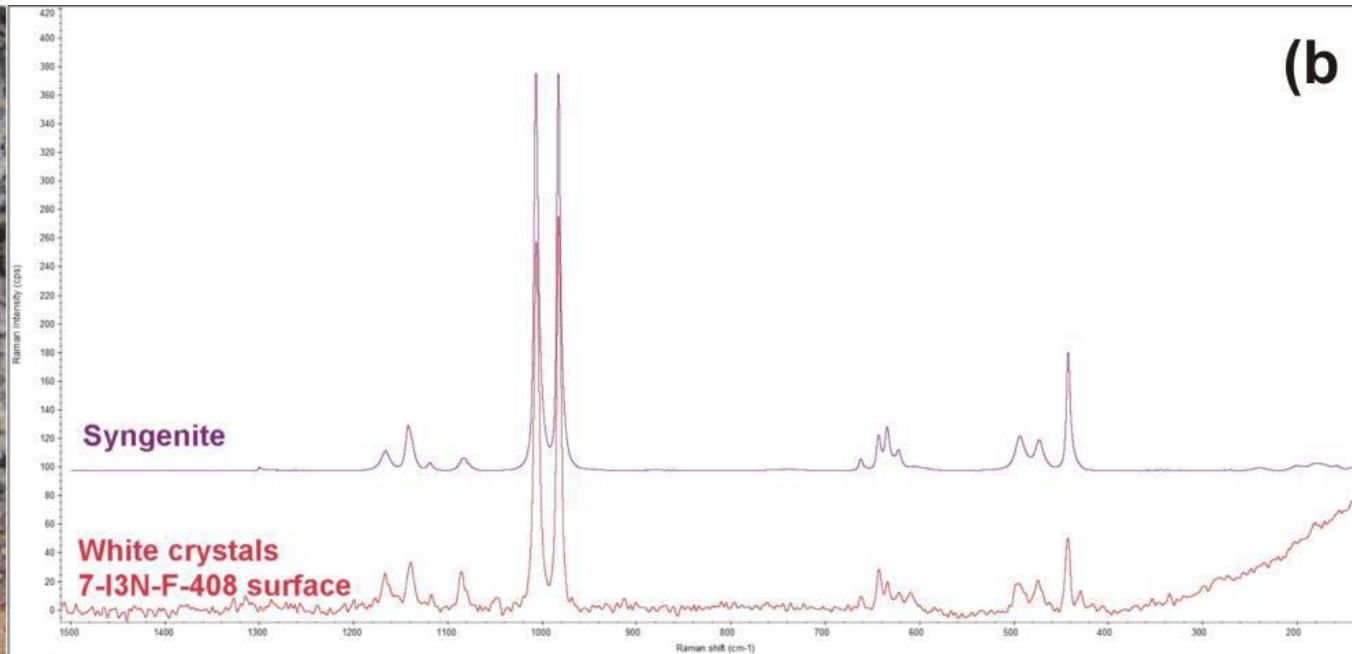
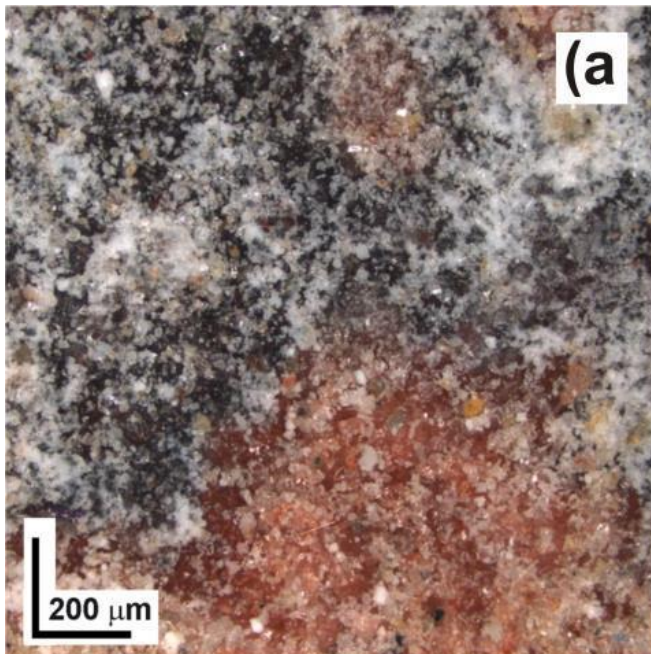
Sample	Location	Pigment						
		Hema tite	Cuprori vaite	Quartz	Cristo balite	Kaoli nite	Chlori te	Talc
P17-7-I3OS-F-401-Blu	Frigidarium		13.3	13.9	0.3	0.7		1.4
P17-7-I3O-F-402-Blu	Frigidarium		13.7	11.5	0.3			2.0
P17-7-I3O-F-403-Blu	Frigidarium		12.5	12.7				2.6
P17-7-I3O-F-403B-Blu	Frigidarium		26.3	27.6	1.7		1.9	2.4
P17-7-I3O-F-404-Blu	Frigidarium		15.5	10.4	0.6	0.7		1.6
P17-7-I3N-F-408-Blu	Frigidarium		9.4	3.2		1.7		1.3
P17-7-I3N-F-408c-Blu	Frigidarium		3.6	5.3		0.8	2.4	
P17-7-I3O-F-403B-Nero	Frigidarium		9.8	11.2	1.5	1.5	1.3	5.1
P17-7-I3N-F-403C-Nero	Frigidarium		4.4	8.5		1.0		0.6
P17-7-I3N-F-408-Nero	Frigidarium	6.8		3.5		2.0		
P17-v-I2O-F-426A-Nero	Stanza v			1.0		0.8	0.7	0.8
P17-v-I2O-F-426B-Nero	Stanza v			0.6		0.6		1.0
P17-F-Rcor-Nero	Corridoio							
P17-7-I3N-F-410-Grigio	Frigidarium		2.1	1.5		3.1	3.0	2.1
P17-7-I3N-F-408-Rosso	Frigidarium	4.1		1.0		1.9	0.6	
P17-7-I3N-F-408c-Rosso	Frigidarium	5.2	2.9	3.1		1.7	1.5	2.8
P17-7-I3N-F-410A-Rosso	Frigidarium	13.2		1.1		2.4		0.9
P17-7-I3E-F-413-Rosso	Frigidarium	14.4		1.1		1.8		
P17-7-I3E-F-413B-Rosso	Frigidarium	1.0		0.4				
P17-v-I2O-F-426B-Rosso	Stanza v	2.9		1.5		2.0		2.4
P17-F-Rcor-Rosso	Corridoio	2.3						
P17-F-Rtun-Rosso	Tunnel	13.3		4.0		4.0		2.2
P17-3F-Bianco	Stanza 3							



Degrado degli affreschi



Degrado degli affreschi



Il rilievo

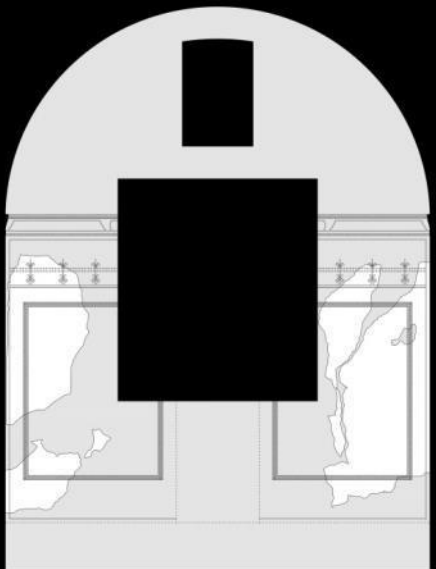
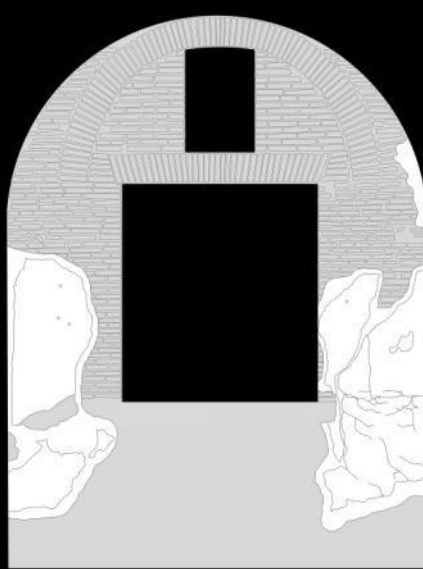
*Spaccato del modello fotogrammetrico
del frigidarium: veduta da N/O*



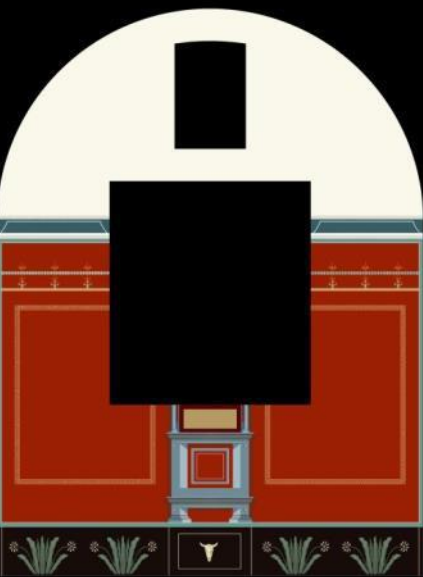
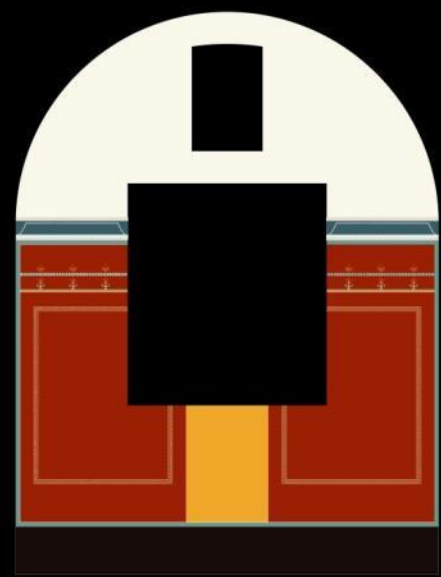
Parete Sud (vano 7a): le fasi della ricostruzione grafica dell'apparato decorativo



0 1 m 2 m

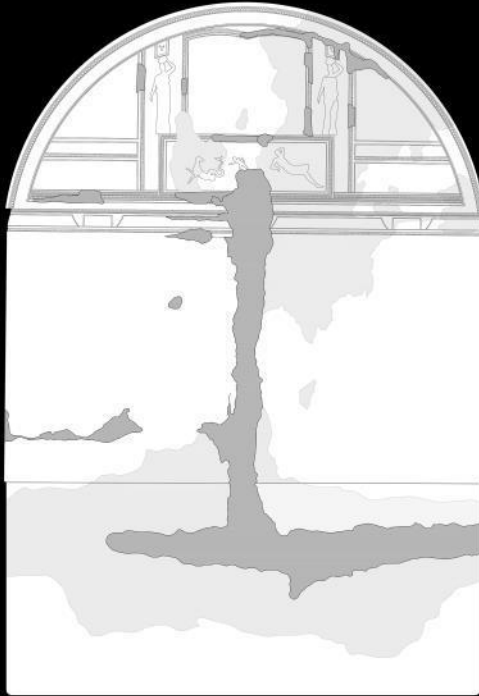


*Spaccato del modello fotogrammetrico
del frigidarium: veduta da S/O*



Parete Nord (vano 7)

la ricostruzione delle pitture



Rilievo schematico della parete: in grigio chiaro le superfici coperte da efflorescenze saline; in grigio scuro le lacune nella decorazione.

A destra: restituzione policroma della parete

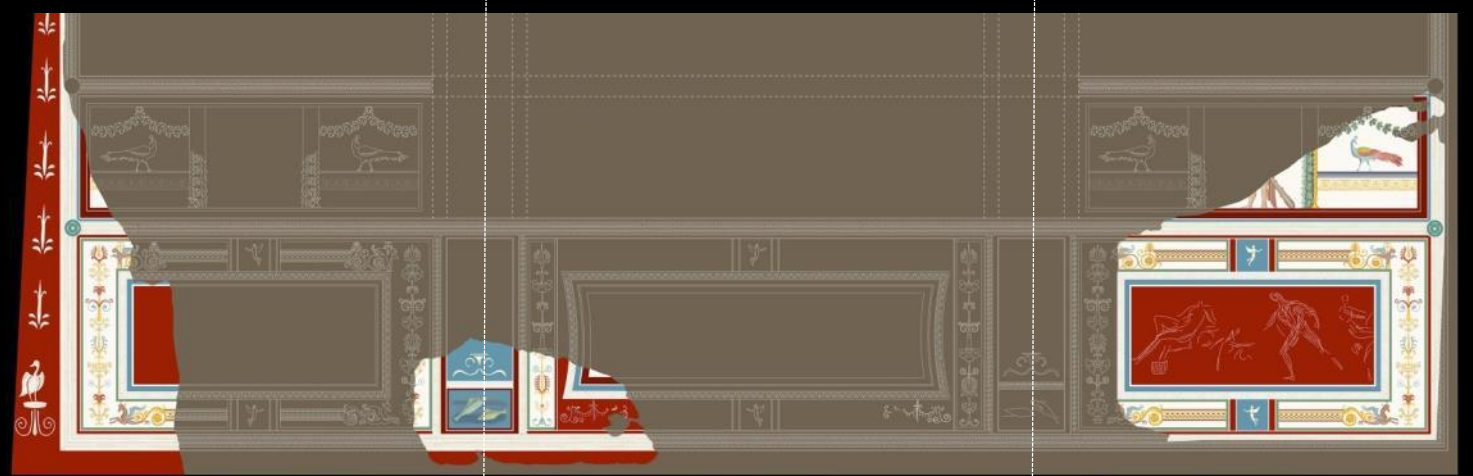
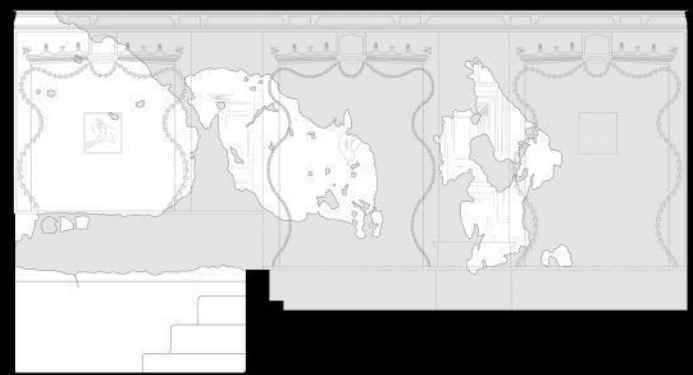


Dettaglio delle modanature in stucco semplificate nella ricostruzione realizzata dal Niccolini



Dettaglio delle diverse modanature in stucco a foglie d'acqua e a kyma lesbio nella ricostruzione attuale

Parete Est (vano 7)
la ricostruzione delle pitture



Ricostruzione in scala di grigi



Ricostruzione a colori delle sole parti certe



A destra: restituzione policroma della parete in rapporto con la decorazione della volta



*Veduta prospettica
del settore Nord
del vano 7.*

[Home](#) > [Journals](#) > [Journal of Cultural Heritage](#)



ISSN: 1296-2074

[Submit Your Paper](#)

[Supports Open Access](#)

[View Articles](#)

Journal of Cultural Heritage

A Multidisciplinary Journal of Science and Technology for Conservation and Awareness.

Editor-in-Chief: P. Tomasin

[View Editorial Board](#)

The *Journal of Cultural Heritage (JCH)* is a multidisciplinary journal of science and technology for studying problems concerning conservation and awareness of cultural heritage in a wide framework. The main purpose of JCH is to publish original papers which comprise previously unpublished data and present...

[Read more](#)

CONVEGNO TRA GEOLOGIA E GEOFISICA 2018

XV Workshop di Geofisica – VI Giornata di Formazione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CIRCe

Inter-departmental Research Center
for the Study of Cement Materials
and Hydraulic Binders

dBC

DIPARTIMENTO
DEI BENI CULTURALI
ARCHEOLOGIA, STORIA
DELL'ARTE, DEL CINEMA
E DELLA MUSICA



Dipartimento di
Geoscienze

ICEA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE - ICEA
DEPARTMENT OF CIVIL, ARCHITECTURAL
AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

6-7 dicembre 2018

Rovereto