

*Quaderni  
Norensi*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



dBC  
DIPARTIMENTO  
DEI BENI CULTURALI  
E AMBIENTALI

Università degli Studi di Padova

Dipartimento dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica

Piazza Capitaniato 7 - 35139 Padova

Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero della Cultura rilasciata l'01/06/2023 con decreto n. 705.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI CAGLIARI

Università degli Studi di Cagliari

Dipartimento di Lettere, Lingue e Beni Culturali

Via Is Mirrionis 1 - 09123 Cagliari

Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero della Cultura rilasciata l'01/06/2023 con decreto n. 704.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI GENOVA

Università degli Studi di Genova

Dipartimento di Antichità, Filosofia e Storia

Via Balbi 4 - 16126 Genova

Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero della Cultura rilasciata il 14/07/2023 con decreto n. 944.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

Università degli Studi di Milano

Dipartimento di Beni Culturali e Ambientali

Via Noto 6 - 20141 Milano

Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero della Cultura rilasciata il 12/07/2023 con decreto n. 932.



MINISTERO  
DELLA  
CULTURA

Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna

Via Battisti, 2 - 09123 Cagliari / Piazza Indipendenza, 7 - 09124 Cagliari

---

**Rivista biennale open access e peer reviewed**

Archivio digitale: <https://quaderninorensi.padovauniversitypress.it>

**Direttore responsabile / Editor-in-chief**

Marco Perinelli

**Comitato scientifico / Advisory board**

Giorgio Bejor (Università degli Studi di Milano)

Jacopo Bonetto (Università degli Studi di Padova)

Romina Carboni (Università degli Studi di Cagliari)

Federica Chiesa (Università degli Studi di Milano)

Simone Dilaria (Università degli Studi di Padova)

Andrea Raffaele Ghiotto (Università degli Studi di Padova)

Bianca Maria Giannattasio (Università degli Studi di Genova)

Marco Giuman (Università degli Studi di Cagliari)

Silvia Pallecchi (Università degli Studi di Genova)

Chiara Pilo (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna)

Caterina Previato (Università degli Studi di Padova)

Elena Romoli (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna)

Arturo Zara (Università degli Studi di Padova)

**Cura editoriale / Editing**

Stefania Mazzocchin (Università degli Studi di Padova)

Arturo Zara (Università degli Studi di Padova)

**Progettazione e layout / Design and layout**

Silvia Tinazzo (Università degli Studi di Padova)

Arturo Zara (Università degli Studi di Padova)

---

In copertina: Nora, veduta aerea della penisola da est (cortesia del Consorzio Agenzia Turistica Costiera Sulcitana-STL Karalis, foto Ales&Ales).

ISSN 2280-983X

e-ISSN 2420-837X

© Padova 2024, Padova University Press

Università degli Studi di Padova

via del Risorgimento, 9 - 35122 Padova

tel. 049 8271962

e-mail: [padovauniversitypress@unipd.it](mailto:padovauniversitypress@unipd.it)

[www.padovauniversitypress.it](http://www.padovauniversitypress.it)

Le foto di reperti di proprietà dello Stato sono pubblicate su concessione del Ministero della Cultura, Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata in tutto o in parte la riproduzione dei testi e delle illustrazioni.

Volume stampato presso Grafiche Turato - Rubano (PD)

# *Quaderni Norensi*

*10*



# Indice

---

<i>Editoriale</i> Jacopo Bonetto, Arturo Zara	p.	IX
<b>Il quartiere occidentale</b> Università degli Studi di Genova	»	1
<i>Nora. Lo smaltimento dei rifiuti in area urbana: dati dal Quartiere Occidentale</i> Bianca Maria Giannattasio	»	3
<i>Nora, Quartiere Occidentale: una residenza con stibadium nell'area C2?</i> Silvia Pallecchi	»	11
<i>Nora: attività archeologiche nell'area a Sud-Ovest del settore C2</i> Elena Santoro	»	21
<i>Nora, Area C2, Ampliamento Sud: campagne di scavo 2022 e 2023</i> Valentina Gallo	»	27
<i>Rilievo fotogrammetrico integrato a LiDAR per l'indagine e la ricostruzione virtuale di due cisterne presso l'area C2</i> Simone Giosuè Madeo	»	33
<i>Nora, settore C2: alcune note sulla terra sigillata africana dagli scavi 2023</i> Mario Nicola Gallo	»	41
<i>Analisi dei frammenti di intonaco dipinto dall'area C2: proposte preliminari di ricostruzione</i> Alice Capobianco	»	45
<b>Il quartiere centrale</b> Università degli Studi di Milano	»	51
<i>Le Terme Centrali. Campagna di scavo 2022</i> Roberta Albertoni, Ilaria Frontori	»	53
<i>Ricerche nella cala occidentale. L'Edificio 1</i> Ilaria Frontori, Francesco Giovineti	»	63

<i>Casa del Pozzo. Campagne di scavo 2022-2023</i>	p.	73
Giuseppe Bertolino, Gaia Filisetti, Matteo Mariuzzo, Giorgio Rea		
<i>Materiali ceramici punici dalle fasi repubblicane delle Case a Mare. Alcuni contesti dell'ambiente Ad</i>	»	83
Francesca Della Valentina		
<b>Le Terme a Mare</b>	»	99
<i>Pozzolane vulcaniche nelle malte delle Terme a Mare di Nora. Risultati preliminari</i>	»	101
Zeno Caneva, Simone Dilaria		
<b>Il quartiere orientale</b>	»	115
Università degli Studi di Padova		
<i>Il saggio PO</i>		
<i>La strada orientale (saggio PO, trincea II): un palinsesto di storia urbana</i>	»	117
Jacopo Bonetto, Arturo Zara		
<i>L'edificio a est del foro (saggio PO). Campagne di scavo 2022-2023</i>	»	129
Giulio Alberto Da Villa, Beatrice Marchet, Arturo Zara		
<i>Studio dei contesti ceramici delle fasi di abbandono, di crollo e di spoliazione dell'edificio a est del foro. Gli ambienti VII e VIII</i>	»	149
Chiara Andreatta, Alice Barbisan, Arturo Zara		
<i>La decorazione pittorica del vano III dell'edificio a est del foro</i>	»	191
Federica Stella Mosimann, Arturo Zara		
<i>Nora. Le monete dagli scavi 2022-2023 dall'edificio a est del foro</i>	»	201
Michele Asolati		
<i>Il saggio PV</i>		
<i>Il santuario sulle pendici orientali del Colle di Tanit: campagne di scavo 2022 e 2023</i>	»	207
Jacopo Bonetto, Eliana Bridi, Chiara Giroto, Caterina Previato		
<i>Manufatti in osso dal santuario sulle pendici orientali del colle di Tanit</i>	»	227
Leonardo Pio Barletta, Martina Naso		
<b>Le Terme di Levante</b>	»	235
Soprintendenza ABAP-CA		
<i>Le terme di Levante a Nora (Pula). I primi dati delle nuove ricerche</i>	»	237
Gianfranca Salis, Paola Fenu		

<b>Ex Base della Marina Militare</b>	p. 247
<b><i>L'area settentrionale - La necropoli fenicia e punica</i></b>	
Università degli Studi di Padova	
<i>L'area della necropoli fenicia e punica di Nora: Saggi 1, 4 e 5. Indagini 2022-2023</i>	» 249
Jacopo Bonetto, Simone Dilaria, Alessandro Mazzariol, Noemi Ruberti	
<i>La necropoli fenicio-punica occidentale di Nora e gli small finds: campagne di scavo 2022-2023</i>	» 279
Sara Balcon	
<i>Lo studio bioarcheologico di Nora antica. Nuovi dati dall'analisi del record osteologico e tessile dalle tombe a cremazione e a inumazione della necropoli occidentale fenicia e punica</i>	» 295
Melania Gigante, Noemi Ruberti, Vito Giuseppe Prillo, Margarita Gleba	
<i>Analisi archeometriche sui campioni di malta da infrastrutture idrauliche della Marina Militare</i>	» 315
Laura Buganza, Simone Dilaria	
<b>Ex Base della Marina Militare</b>	» 323
<b><i>L'area meridionale - L'abitato romano</i></b>	
Università degli Studi di Cagliari	
<i>Nora, Area Omega. Marchi di cava o segni di cantiere? Le incisioni sui basoli della grande piazza settentrionale</i>	» 325
Emiliano Cruccas	
<i>Ricordando Marco</i>	» 337
Bianca Maria Giannattasio	
<i>Indirizzi degli Autori</i>	» 341





# Editoriale

L'uscita del decimo volume dei *Quaderni Norensi* corrisponde a un nuovo traguardo conseguito dalla Missione archeologica interuniversitaria di Nora, che raggiunge così il ventennale della rivista interamente dedicata alle relazioni e agli studi preliminari riguardanti i progetti di scavo, ricerca e valorizzazione della città antica. Il periodico dedicato esclusivamente a Nora, esperienza editoriale non ordinaria nel panorama delle ricerche archeologiche nazionali, prese avvio nel 2005 (*Cisalpino*) per soddisfare l'esigenza – comune tra tutti i soggetti coinvolti nelle ricerche norensi – di costante condivisione e confronto dei dati acquisiti in una sede dedicata.

Nell'editoriale del primo numero dei *Quaderni Norensi*, il Comitato scientifico dichiarava infatti che, nonostante in precedenza gli studi preliminari su Nora fossero stati regolarmente ospitati nei *Quaderni della Soprintendenza Archeologica per le provincie di Cagliari e Oristano*, storica rivista fondata da Ferruccio Barreca, «*quanti si occupano di Nora hanno ritenuto di alleggerire questo peso [ossia quello degli articoli della Missione archeologica], divenuto ormai insostenibile da una sola rivista, con la presentazione dei risultati in una apposita collana*»<sup>1</sup>. Da allora, i *Quaderni* sono maturati e, da volumi miscelanei, sono diventati formalmente rivista scientifica per l'area 10 secondo la classificazione ANVUR, con una nuova veste e un nuovo editore (*Padova University Press*) e sono ora pubblicati con regolare cadenza biennale, sia in versione a stampa, sia in formato digitale *open-access* e *peer-reviewed*.

In queste prime dieci uscite, la rivista ha ospitato oltre 260 contributi dedicati all'analisi stratigrafica dei saggi, agli studi cronologici, tipologici, storico-artistici, epigrafici e archeometrici relativi alla cultura materiale, a sintesi di carattere urbanistico e territoriale. Questi e molti altri temi relativi a Nora sono stati trattati non solo dai docenti degli Atenei impegnati sul sito e da ricercatori affermati, ma anche dai più giovani studiosi, spesso ancora studenti, che in molte circostanze hanno avuto nei *Quaderni* l'occasione di cimentarsi per la prima volta con un'edizione scientifica delle proprie ricerche. E la rivista ha accolto pure idee e punti di vista di studiosi non impegnati direttamente a Nora, ma legati ad essa da relazioni di competenza e di interesse che hanno di molto arricchito le letture dei dati emersi dalle ricerche.

Proprio il fervido e continuo sforzo di mettere a disposizione della comunità scientifica gli esiti delle indagini in corso, reso possibile con la periodica pubblicazione dei *Quaderni*, alimenta la ricerca a Nora e le conferisce vivacità. I rapporti di scavo e gli studi sui materiali e sui contesti ceramici, ad esempio, per quanto talora preliminari e passibili di precisazioni col prosieguo delle indagini, forniscono a quanti operano nella città – e non solo – l'opportunità di una tempestiva conoscenza delle più recenti scoperte e dei filoni di studio tracciati dai singoli gruppi di ricerca. Di volta in volta, gli articoli della rivista contribuiscono allo sviluppo delle conoscenze sulla città antica, presentando nuove aree e nuovi saggi sulla penisola norense, affrontando nuove tematiche, oppure riproponendo argomenti noti con aggiornati approcci metodologici.

Ma non solo. La serrata pubblicazione dei risultati scientifici degli Atenei e della Soprintendenza, prodotto naturale delle vaste e intense attività di ricerca a Nora, rendono dinamico il sito, contribuendo alla sua crescita

<sup>1</sup> *Comitato Scientifico* 2005, p. IX.

non solo come oggetto di studio, ma come parco archeologico, che – grazie alla sinergia tra le Università, la Soprintendenza e la Fondazione Pula Cultura Diffusa – si presenta ogni giorno rinnovato e sempre più attrattivo per il grande pubblico. Sempre nel primo editoriale di questa rivista si citavano le «oltre 60.000 persone all'anno»<sup>2</sup> in visita a Nora; quasi 93.000 sono stati i biglietti staccati nel 2023, preludio all'eccezionale traguardo degli oltre 100.000 visitatori che hanno visitato la città nel corrente 2024. E riteniamo sia anche nella "freschezza" garantita a Nora dalla costanza e dalla consistenza delle pubblicazioni – nei *Quaderni* così come nella collana *Scavi di Nora*, da poco arrivata all'XI volume – che vada ricercata la ragione del progressivo incremento delle visite: la traduzione delle novità scientifiche in prodotti divulgativi (come la *Guida* del 2018<sup>3</sup>, il *virtual tour*<sup>4</sup> o, venendo ai mesi appena trascorsi, la nuova pannellistica del sito) permettono alla città antica sul capo di Pula di distinguersi infatti da altri siti archeologici del panorama nazionale e internazionale che, sebbene talora di maggior rilevanza sul piano storico, non godono dello stesso fermento nelle ricerche e degli stessi aggiornati strumenti di visita, apparendo dunque meno comprensibili e, conseguentemente, meno attrattivi agli occhi dei non specialisti.

Varie le novità presentate anche in questo numero dei *Quaderni Norensi*. La sezione di apertura, dedicata alle ricerche dell'Università di Genova, presenta sotto varie chiavi il quartiere residenziale situato nel settore occidentale della penisola, che sempre più va delineandosi come un'area diffusamente frequentata nel corso di tutta l'età tardoantica. Apre il contributo di B.M. Giannattasio sugli immondezzai di questo comparto urbano, ove comunque si stanno individuando tipologie edilizie anche di un certo rilievo, quali il possibile *stibadium* ipotizzato da S. Pallecchi nell'area C2. Seguono le relazioni di scavo (E. Santoro e V. Gallo) e gli approfondimenti relativi alle attività di rilievo delle strutture idrauliche interrato (S.G. Madeo) e alla cultura materiale (M.N. Gallo, terra sigillata; A. Capobianco, intonaco dipinto).

Al vasto quartiere centrale è dedicata la sezione successiva, che comprende i contributi dell'Università degli Studi di Milano. R. Albertoni e I. Frontori danno conto degli scavi di alcuni vani ausiliari delle Terme Centrali, ma altrettanto spazio è dato dalla stessa I. Frontori e da F. Giovinetti a un edificio privato tardoimperiale con spiccata vocazione produttiva, situato a nord-est della Casa del Direttore Tronchetti e in precedenza non indagato. Segue la relazione dedicata allo sviluppo delle indagini presso la Casa del Pozzo (G. Bertolino, G. Filisetti, M. Mariuzzo, G. Rea), *domus* imperiale di cui si stanno via via precisando i limiti. Uno studio sui materiali ceramici di età fenicia e punica da uno dei vani delle cd. Case a Mare, di F. Della Valentina, conferma una volta di più come il settore urbano lungo il litorale sud-orientale della penisola fosse un tratto dell'abitato frequentato sin dalle prime fasi del centro norense.

Rimanendo nel comparto centrale di Nora, presentano uno studio archeometrico sulle malte delle Terme a Mare Z. Caneva e S. Dilaria (Università degli Studi di Padova), ponendo il *focus* sulla presenza nei leganti dell'edificio pubblico di pozzolane di probabile provenienza flegrea, tema già sviluppato per altri monumenti urbani, quali il Tempio romano e quello di Esculapio, e che sempre più suggerisce l'esistenza di un'attiva direttrice commerciale tra Nora e l'area campana nella fase medioimperiale.

L'ampia sezione dedicata al quartiere orientale di Nora – settore della penisola oggetto delle ricerche dell'Ateneo patavino – si apre con il contributo sull'asse stradale che, dalle prime fasi di frequentazione della penisola sino alla tarda antichità collegava l'area forense al promontorio della Torre di Sant'Efisio (J. Bonetto, A. Zara). Segue la relazione di scavo del saggio PO (G.A. Da Villa, B. Marchet, A. Zara), ormai approfonditosi al di sotto dei livelli imperiali e che ha messo in luce una grande struttura pubblica di età preromana, posta a sbarramento dell'istmo nel suo punto di massimo restringimento. Tre sono i contributi dedicati alle testimonianze della cultura materiale dell'edificio a est del foro: sui contesti ceramici delle più tarde fasi di vita del complesso (C. Andreatta, A. Barbisan e A. Zara); sulla decorazione pittorica del soffitto del vano III (F. Stella Mosimann, A. Zara); sui reperti monetali delle ultime due campagne di scavo (M. Asolati). Spostandosi lungo le pendici orientali del colle di Tanit, J. Bonetto, E. Bridi, C. Giroto e C. Previato danno conto delle rilevanti novità sul grande edificio di culto del quale sempre più si stanno definendo le forme architettoniche. Su due particolari reperti in osso lavorato provenienti da questo contesto sacro è invece l'articolo di L.P. Barletta e M. Naso.

G. Salis e P. Fenu presentano i recenti scavi presso le Terme di Levante, complesso termale di Nora imperiale ancora per vari versi sfuggente, ma su cui stanno via via facendo luce le indagini della Soprintendenza cagliari-tana avviate a margine dell'intervento di restauro dell'apparato musivo.

<sup>2</sup> Comitato Scientifico 2005, p. VII.

<sup>3</sup> BONETTO *et alii* 2018.

<sup>4</sup> BONETTO, CARLANI, ZARA 2022.

Segue la sezione dedicata alla necropoli fenicia e punica presso l'ex Base della Marina Militare, sempre a cura dell'Università degli Studi di Padova. J. Bonetto, S. Dilaria, A. Mazzariol e N. Ruberti presentano gli scavi stratigrafici delle tombe a incinerazione secondaria fenicie, di un'inumazione e di un grande ipogeo punici nei saggi 1 e 5, mentre le attività nel saggio 3 hanno messo in evidenza come l'area in età romana repubblicana e imperiale abbia subito un'ampia riconversione funzionale in chiave abitativa e produttiva. Di S. Balcon è lo studio degli *small finds* della necropoli rinvenuti nelle campagne 2022-2023, fra i quali si distingue senz'altro il balsamario in *faience* configurato a babbuino. A M. Gigante, N. Ruberti, V. G. Prillo e M. Gleba si deve invece lo studio sui reperti osteologici e tessili relativi alle tombe a cremazione e a inumazione; segue un approfondimento di carattere archeometrico sulle malte di rivestimento idraulico delle cisterne installate nell'area in età romana (L. Buganza, S. Dilaria).

Venendo infine allo spazio suburbano oggetto di studio da parte dell'Università degli Studi di Cagliari e alla grande piazza lastricata in corso di scavo dal 2015 (area Omega), si deve a E. Cruccas un approfondimento su alcuni segni alfabetici incisi sul basolato, da mettere forse in relazione a periodiche attività di manutenzione della pavimentazione o dei sottoservizi.

Il volume si chiude con un ricordo che Bianca Maria Giannattasio dedica a Marco Rendeli, che proprio nel primo numero di questo periodico aveva tracciato un quadro diacronico derivante dalle sue ricerche sul territorio norense<sup>5</sup>. A Marco Rendeli, Fabio Dessena, Paolo Bernardini e Luca Restelli – maestri, colleghi e amici che su queste pagine hanno scritto – è dedicato il decimo numero dei *Quaderni Norensi*.

Jacopo Bonetto, Arturo Zara

## Bibliografia

BONETTO *et alii* 2018 = BONETTO J., BEJOR G., BONDI S.F., GIANNATTASIO B.M., GIUMAN M., TRONCHETTI C. (a cura di) 2018, *Nora, Pula*, Sassari.

BONETTO J., CARLANI R., ZARA A. 2022, *Il progetto e-archeo. Nuove ricostruzioni virtuali per la fruizione e la valorizzazione di Nora*, in *Quaderni Norensi*, 9, pp. 355-366.

Comitato Scientifico 2005, *Editoriale*, in *Quaderni Norensi*, 1, pp. VII-IX.

RENDELI M. 2005, *Paesaggi Noensi II*, in *Quaderni Norensi*, 1, pp. 165-181.

<sup>5</sup> RENDELI 2005.



# *Le Terme a Mare*





# *Pozzolane vulcaniche nelle malte delle Terme a Mare di Nora. Risultati preliminari*

---

Zeno Caneva, Simone Dilaria

## *Abstract*

Questo studio presenta i risultati delle analisi archeometriche preliminari condotte su cinque campioni di malta delle Terme a Mare di Nora (Sardegna), la cui cronologia di costruzione si inquadra all'inizio del III secolo d.C. L'analisi, effettuata mediante microscopia ottica polarizzata su sezioni sottili di 30  $\mu\text{m}$ , ha rivelato un gruppo principale di malte a base di calce, mescolate con sabbie classate locali e pozzolane vulcaniche (pomici e tuffi), probabilmente provenienti dal Golfo di Napoli. Un campione di cocchiopesto ha mostrato caratteristiche distintive, per la presenza di elementi di ossidiane vetrose e compatte, probabilmente di provenienza locale sarda (Monte Arci). Questi risultati offrono approfondimenti sulla tecnologia produttiva dei composti leganti e sulla provenienza delle materie prime impiegate, indicando verosimilmente il coinvolgimento di gruppi artigiani diversificati nel cantiere di costruzione dell'edificio.

*This study presents the results of preliminary archaeometric analyses on five mortar samples from the "Terme a Mare" Baths of Nora (Sardinia), dating to the early 3rd century AD. Using polarized light microscopy on 30  $\mu\text{m}$  thin sections, the analysis revealed a primary group of lime-based mortars mixed with local graded sands and volcanic pozzolans (pumices and tuffs), likely sourced from the Gulf of Naples. One sample of cocchiopesto mortar displayed distinctive characteristics, including vitreous and compact obsidian elements, likely from Monte Arci in Sardinia. These findings provide insights into the production technology of binding materials and the origins of the raw materials used, suggesting the involvement of diverse artisan groups in the construction.*

## 1. *Introduzione*

In questo contributo vengono discussi i risultati delle analisi archeometriche preliminari effettuate su cinque campioni di malta provenienti dalle Terme a Mare di Nora.

I campioni sono stati prelevati per uno studio di caratterizzazione tessiturale e petrografico-mineralogica attraverso analisi in microscopia ottica polarizzata su preparati in sezione sottile di 30  $\mu\text{m}$ <sup>1</sup>. Tutti i campioni analizzati sono da riferire a strutture della fase medio-imperiale dell'edificio (inizi III secolo d.C.), indagate per la prima volta negli anni '70 del secolo scorso da Carlo Tronchetti.

Dal punto di vista compositivo, si è potuto distinguere un unico gruppo di malte costituito principalmente da composti a base calce mescolati con sabbie classate e clasti vulcanici, di cui pomici di provenienza verosimilmente extra-regionale. Sulla base delle caratteristiche tessiturali, le pomici mostrano infatti una compatibilità con prodotti vulcanici piroclastici dell'area del Golfo di Napoli, e in particolare dell'area flegrea. Ulteriori dati sono in fase di elaborazione per un'approfondita indagine.

<sup>1</sup> Le sezioni sottili sono state analizzate con un microscopio Leica DM750 P munito di fotocamera digitale integrata FLEXACAM C1, lavorando con set di obiettivi 1.6x, 2.5x e 4x. Lo studio petrografico è stato eseguito in luce polarizzata trasmessa operando sia a nicol paralleli sia a nicol incrociati (con l'analizzatore inserito).

Tra i campioni si riscontra, inoltre, un evidente outlier che si connota per la presenza abbondante di frammenti fittili misti a clasti di ossidiana e perlitici riolitiche in funzione di aggregato pozzolanico, e verosimilmente provenienti dalla zona di Monte Arci (Sardegna sud-occidentale). La possibile compatibilità con il distretto vulcanico sardo è stata determinata non solo sulla base delle caratteristiche petrografiche dei clasti, ma anche nelle caratteristiche del *fingerprint* geochimico degli elementi maggiori, determinato tramite analisi puntuali SEM-EDS su zone non reagite di vetro vulcanico<sup>2</sup>.

Lo studio dei campioni di malta ha permesso di ricostruire aspetti importanti della tecnologia costruttiva dell'edificio e della commercializzazione di materie prime. Interessante è la presenza di maestranze di provenienza probabilmente differente, specializzate nella realizzazione di determinati frangenti architettonici, impiegando materiali differenti, alloctoni e locali, così da fornire importanti informazioni sulla possibile presenza di gruppi artigiani di estrazione sarda.

## 2. Le Terme a Mare

### 2.1. Articolazione planimetrica e fasi edilizie

Situate nel quartiere occidentale di Nora, le Terme a Mare rappresentano il fulcro del processo di monumentalizzazione della città attuato sotto la dinastia dei Severi alla fine del II e inizi del III secolo d.C., uno dei momenti più felici per la qualità della crescita del panorama architettonico norense<sup>3</sup>.

L'edificio termale, come se ne deduce dal nome, fu costruito in prossimità della linea di costa occidentale dell'istmo norense, un tempo più avanzata rispetto ai giorni nostri (fig. 1a). Di dimensioni imponenti (57 x 41 m), il complesso si sviluppò con una pianta rettangolare su una superficie superiore a 2300 m<sup>2</sup>, divenendo il maggior edificio termale della città (fig. 1b). A dare accesso allo stabilimento vi era un portico a pilastri, disposto sui lati settentrionale e orientale, e raggiungibile dalla rete stradale tramite una scala di tre gradini in andesite.

L'edificio presentava due ingressi, uno a nord e uno ad est, che davano accesso a due atri, uno settentrionale (B, ritenuto quello principale)<sup>4</sup> e uno meridionale (M), simmetrici tra loro, e con uno spogliatoio o *apodyterium* intermedio (C), pavimentato a mosaico e accessibile solamente dall'atrio principale. Entrambi gli atri permette-

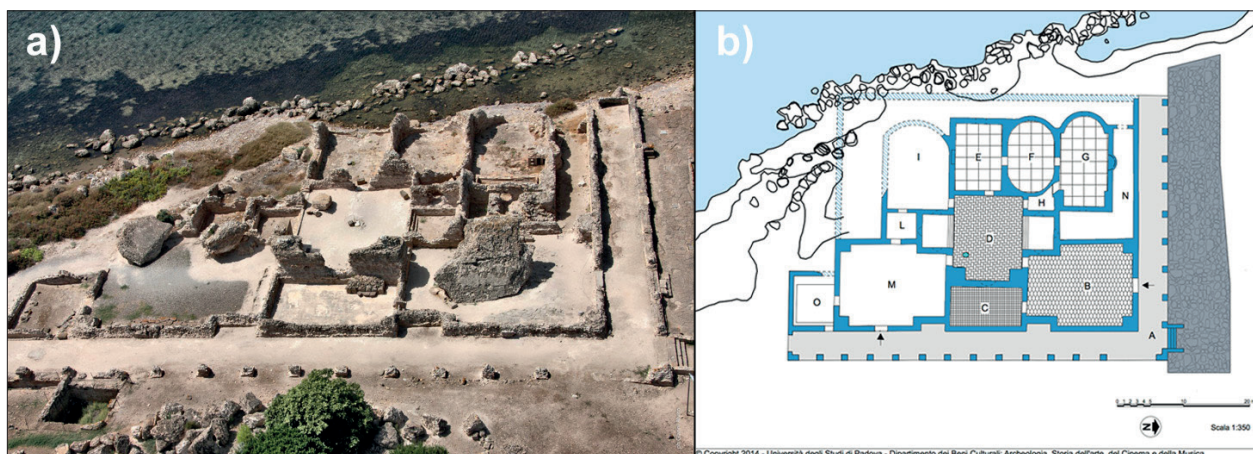


Fig. 1. Nora. Terme a Mare. a) veduta d'insieme da drone da nord-ovest delle Terme a Mare (da TRONCHETTI 2018a, fig. 68, p. 87); b) pianta delle Terme a Mare (da <https://nora.beniculturali.unipd.it/gli-edifici/edifici-pubblici/terme-a-mare/>).

<sup>2</sup> Le analisi SEM-EDS sono state eseguite con un microscopio elettronico a scansione COXEM EM 30AX con filamento al tungsteno (W), dotato di rilevatori SE e BSE (Solid type 4 Channel) e un rilevatore di raggi X a energia dispersiva (EDX) EDAX Element-C2B.

<sup>3</sup> ASOLATI, BONETTO, ZARA 2018, pp. 105-106.

<sup>4</sup> GHIOTTO 2004, pp. 115-116.



vano di raggiungere un *frigidarium* (D) comune, ovvero un ambiente destinato ai bagni di acqua fredda, situato al centro dell'edificio termale e che permetteva di raggiungere i vani caldi posti attorno secondo uno schema "anulare" grazie a due differenti itinerari. Uno di questi confluiva verso il settore sud occidentale, oggi quasi completamente distrutto dall'azione erosiva del mare, portando ad un grande ambiente absidato (I), probabilmente destinato a *calidarium* oppure riservato alle donne, come sala per massaggi o per i bagni di sole, da cui si poteva nuovamente accedere sia all'atrio secondario sia al *frigidarium*. Da quest'ultimo ambiente, seguendo un percorso differente dal precedente, si poteva raggiungere, tramite un piccolo vano di passaggio (H), diversi ambienti caldi, quali un *laconicum* o *tepidarium* absidato (G), un *sudatorium* di pianta ellissoidale (F), e infine un *calidarium* o *tepidarium* rettangolare (E), rientrando infine nel *frigidarium*.

Il sistema di riscaldamento di questi ambienti era quello tipicamente romano, qui attestato dalla presenza di *praeefurnia* posti all'interno di vani e corridoi di servizio (N, cui si collegava la zona occidentale oggi erosa dal mare), che con l'ausilio di *suspensurae*, canali di sfogo e *tegulae mammatae* infisse nelle intercapedini dei muri, riscaldavano interamente queste zone<sup>5</sup>.

Ultimo ambiente, collocato a sud-est dell'edificio e accessibile dal porticato orientale, era quello destinato a *latrina* pubblica<sup>6</sup> (O), impianto igienico che sfruttava l'acqua di svuotamento delle vasche del *frigidarium* per convogliare i rifiuti a mare tramite una fogna percorrente l'atrio meridionale e il *frigidarium* stesso.

Le Terme a Mare venivano rifornite idricamente probabilmente dall'acquedotto cittadino, raggiungendo serbatoi d'acqua che alimentavano, tramite un sistema di canalizzazioni interno alle pareti, le vasche termali, provviste di fori di scolo per il deflusso delle acque reflue<sup>7</sup>.

Nel V secolo d.C. l'edificio venne pesantemente ristrutturato<sup>8</sup>. Di fronte all'ingresso dell'atrio principale fu costruita una rozza scaletta di accesso dalla strada, mentre fu occlusa la soglia dell'atrio secondario con banchi in muratura realizzati lungo le pareti. La pavimentazione di questi due vani, come quella dello spogliatoio principale, fu sostituita con un lastricato di andesite divelto dalla pavimentazione stradale, mentre gli accessi da una stanza all'altra, compresa la *latrina*, vennero ristretti e rialzati per riadattarli al nuovo piano di calpestio. Lo stesso avvenne per gli ambienti caldi, adeguati al piano base con un riempimento di terra, ricoprendo e defunzionalizzando anche il forno nel vano di servizio, così da creare un nuovo spazio accessibile grazie a un'apertura realizzata nell'atrio principale.

Le terme furono l'ultimo edificio pubblico ad essere utilizzato durante l'abbandono della città tra il VII e l'VIII secolo d.C. In epoca altomedievale, molti edifici termali furono riadattati a luoghi di culto cristiano, ma nella loro ultima fase d'uso, in particolare nel periodo che vide i Vandali occupare l'isola, le Terme a Mare divennero "fortezza", come cita anche l'Anonimo Ravennate, a difesa dell'accesso al porto<sup>9</sup>.

La loro distruzione fu probabilmente causata da un incendio, testimoniato da numerose tracce di bruciato al di sotto delle volte crollate. In seguito, il sito fu abbandonato con successive frequentazioni fino ai primi decenni del secolo scorso da parte di contadini e pastori, che sfruttavano i grossi blocchi di crollo come riparo dal vento durante le pause del lavoro, il tutto testimoniato da tracce di focolai e vasellame da cucina.

Dell'edificio termale si hanno notizie a partire dall'800 da parte di alcuni viaggiatori, tra cui Francesco d'Austria-Este che descrisse i resti dell'acquedotto, del teatro e di un complesso termale, da identificare probabilmente proprio con le Terme a Mare<sup>10</sup>. Le prime ricerche archeologiche si devono alle indagini condotte da Carlo Tronchetti nel 1977, grazie alle quali fu possibile datare l'edificio agli inizi del III secolo d.C., in età severiana.

## 2.2. Tecniche costruttive

Gli scavi degli anni '70 hanno mostrato come il terreno su cui furono costruite le terme fosse leggermente in pendenza da est verso la riva del mare ad ovest. Per far fronte al problema, dopo aver costruito le fondazioni

<sup>5</sup> TRONCHETTI 1985, p. 74; GHIOTTO 2004, p. 130; TRONCHETTI 2018a, pp. 91-92.

<sup>6</sup> PESCE 1972, pp. 84-85.

<sup>7</sup> TRONCHETTI 1985; BONETTO 2003, p. 25; GHIOTTO 2004, p. 130. Questo sistema è attestato anche nelle Terme Centrali di Nora e presso le Terme di Convento Vecchio a Tharros.

<sup>8</sup> GHIOTTO 2004, pp. 126-127; TRONCHETTI 2018a, p. 92.

<sup>9</sup> TRONCHETTI 1985, pp. 77-79.

<sup>10</sup> TRONCHETTI 2018b, pp. 16-21.

murarie poste in imponenti trincee scavate nella roccia, fu necessario creare una piattaforma orizzontale artificiale, alzando così il livello della pavimentazione. Uno strato di miscela legante, forse costituita da sola calce, fu posto alla base, coperto da un riempimento di terreno di circa 1 m di spessore. Al di sopra di questo fu posto un ulteriore livello di simile composizione, con l'aggiunta di uno strato di 20 cm di argilla giallastra sopra di esso, su cui furono poi realizzati i pavimenti. Successivamente, sopra le fondamenta vennero costruite le mura, caratterizzate da un paramento in mattoni di forma triangolare, con lati variabili da 20 a 26 cm e uno spessore da 2,5 a 3,5 cm<sup>11</sup>. Ad intervalli regolari di 2,1 m le murature erano attraversate da filari di sesquipedali (45 x 45 cm), con la funzione di consolidare la sezione muraria e di marcapiano man mano che si procedeva con la costruzione per il mantenimento delle quote. Il nucleo delle pareti era costituito da gettate di opera cementizia (*opus caementicium*) con elementi grossolani (*caementa*) rappresentati da spezzoni di arenaria di forma irregolare e disposti in corsi orizzontali<sup>12</sup> (fig. 2a). La stessa composizione si osserva anche nelle volte delle stanze, oggi ancora visibili all'interno dell'edificio ma in stato di collasso. Nelle stanze più piccole vi erano volte a botte, mentre in quelle più grandi volte a crociera con nervature di laterizio e colate centrali di *opus caementicium* (fig. 2b).

Per quanto riguarda la pavimentazione, le stanze riscaldate erano caratterizzate dalla presenza di pavimenti ad ipocausto. La pavimentazione di base, conservata in tutte le stanze, era costituita da bipedali (60 x 60 cm) (fig. 2c), su cui poggiavano pilastrini alti circa 80 cm, composti da mattoni quadrati di 20-21 cm. Sopra di essi, un ulteriore strato di mattoni fungeva da base per i livelli preparatori del pavimento su *suspensurae* (fig. 2d). L'aria calda prodotta dai *praefurnia* passava sotto i pavimenti e lungo le pareti riscaldando così i vani e l'acqua posta nelle vasche, impermeabilizzate grazie all'uso di miscela legante idraulica (cocciopesto).

Un materiale raro di cui si trovano poche tracce è il marmo, utilizzato in funzione decorativa nel rivestimento della pavimentazione di alcuni ambienti, tra cui il *frigidarium*, e all'interno delle vasche termali<sup>13</sup>.

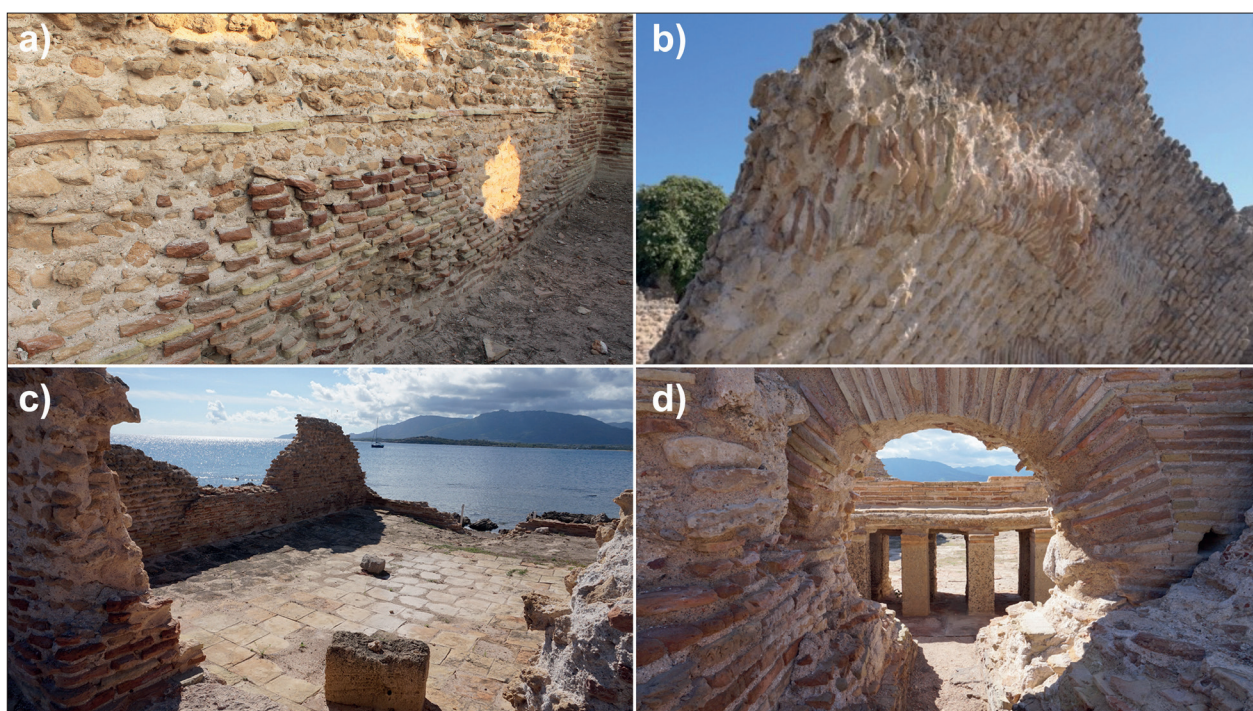


Fig. 2. Nora. Terme a Mare. Tecniche costruttive. a) alzato con nucleo in calcestruzzo e mattoni di forma irregolare, disposti in corsi orizzontali, alternati a filari di sesquipedali; b) volta a crociera in stato di collasso nell'atrio principale (vano B); c) veduta da nord-est del *calidarium/tepidarium* (vano E) con pavimentazione in bipedali; d) intercapedine del *praefurnium* con ricostruzione delle *suspensurae*, su cui poggia la pavimentazione della vasca del *laconicum/tepidarium* (vano G).

<sup>11</sup> In alcuni punti, blocchi parallelepipedi di arenaria furono inseriti nel rivestimento in mattoni. Probabilmente sono legati a restauri antichi (TRONCHETTI 1985, p. 72).

<sup>12</sup> PREVIATO 2023, pp. 123-136.

<sup>13</sup> TRONCHETTI 1985, pp. 72-73.

### 3. Il campionamento e le analisi in microscopia ottica (OM)

#### 3.1. Campionamento

Cinque campioni di miscela legante sono stati prelevati dalle strutture murarie e dalle volte in crollo di diversi ambienti delle Terme a Mare (fig. 3). Nello specifico, sono stati prelevati dall'atrio principale, dal vano G, interpretabile come *laconicum* o *tepidarium*, dall'ambiente di servizio N, dall'atrio secondario, e dall'ambiente L, piccola stanza che collegava l'atrio secondario al *frigidarium* centrale<sup>14</sup> (fig. 4).

Sulla base dei dati di scavo, tutti i campioni sarebbero da riferire ad elementi strutturali pertinenti alla fase medio imperiale del complesso termale (inizi del III secolo d.C.).

In particolare, i campioni T-MAR\_13 e T-MAR\_14 provengono dalle volte in crollo dei corrispettivi atri dell'edificio, precisamente T-MAR\_13 dalla malta del nucleo della volta nell'atrio principale B, e T-MAR\_14 dalla malta di allettamento della nervatura in mattoni della volta nell'atrio secondario M. Il campione T-MAR\_12 è stato prelevato dal nucleo della struttura muraria perimetrale est dell'ambiente di servizio N, mentre T-MAR\_15 proviene dal paramento della struttura muraria in laterizi perimetrale nord del piccolo vano L. L'ultimo campione, T-MAR\_17, è stato prelevato dal paramento della struttura muraria in mattoni di una vasca presso il *praefurnium* posto nel vano G (tab. 1).

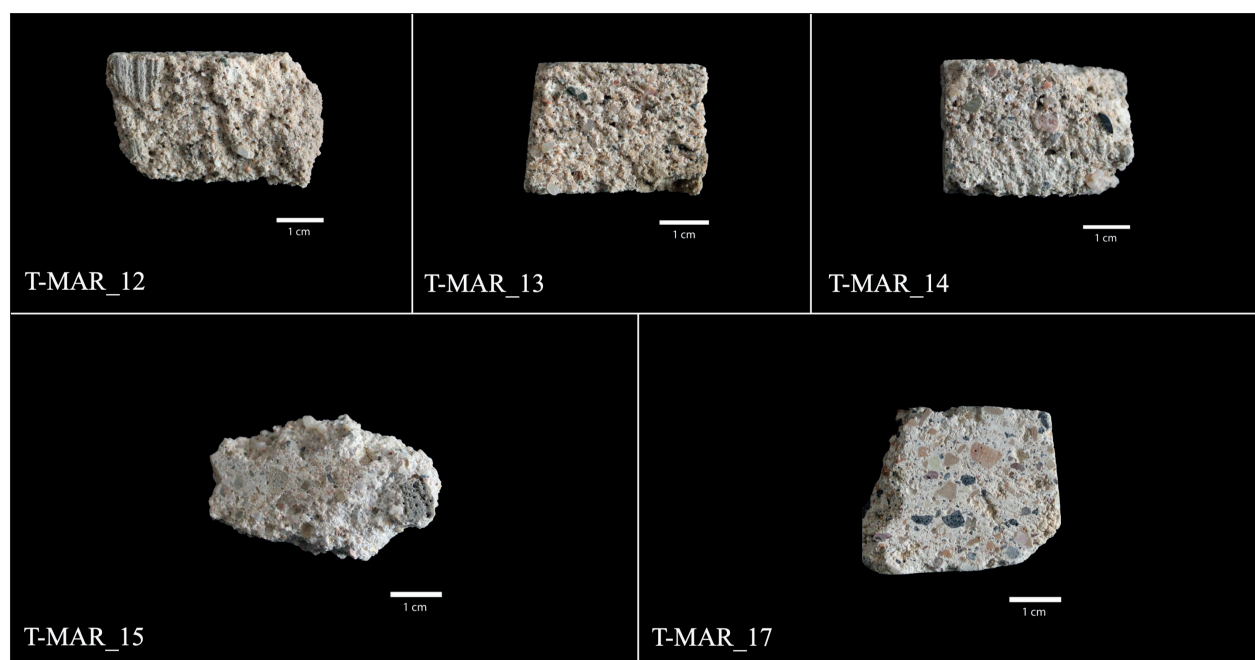


Fig. 3. Nora. Terme a Mare. Sezione petrografica dei campioni di miscela legante.

#### 3.2. Analisi in microscopia ottica (OM)

I cinque campioni di malta sono stati analizzati al microscopio ottico a luce polarizzata.

Il nucleo principale è costituito dai campioni T-MAR\_12, T-MAR\_13, T-MAR\_14 e T-MAR\_15, che mostrano simili caratteristiche composizionali e tessiturali. Si tratta di malte di calce aeree “grasse” (proporzioni legante:aggregato maggiori di 1:2, poco più superiori in T-MAR\_12), costituite da un legante calcico micritico, leggermente zonato in T-MAR\_13, a struttura omogenea ma mal addensato. Numerosi sono infatti i grumi di calce non miscela-

<sup>14</sup> Le attività di campionamento sono state avallate in virtù di accordi stabiliti con la SABAP per la Città Metropolitana di Cagliari e le Provincie di Oristano e Sud Sardegna (prot. n. 26047 del 12/07/2022, in risposta a richiesta prot. n. 1586 del 18/01/2022 - funzionario dott.ssa C. Pilo).

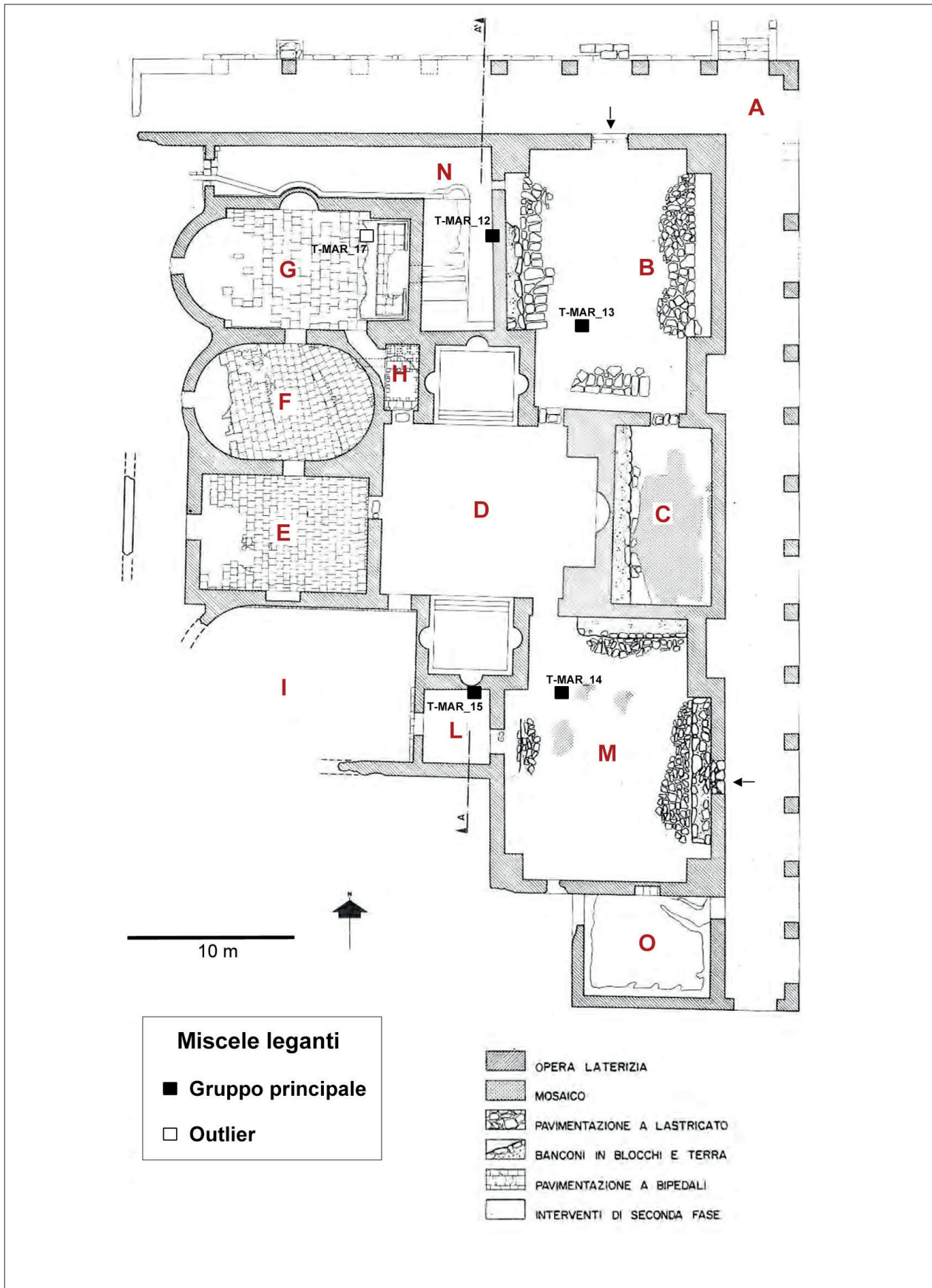


Fig. 4. Nora. Terme a Mare. Distribuzione planimetrica dei campioni analizzati di miscela legante (pianta rielaborata da TRONCHETTI 1985, fig. 12, p. 106).

CAMPIONE	TIPOLOGIA MALTA	PORZIONE STRUTTURALE	VANO
T-MAR_12	Malta pozzolanica	Nucleo struttura muraria in laterizi	Ambiente di servizio N
T-MAR_13	Malta pozzolanica	Nucleo volta in crollo	Atrio principale B
T-MAR_14	Malta pozzolanica	Malta di allettamento nervatura in mattoni della volta in crollo	Atrio secondario M
T-MAR_15	Malta pozzolanica	Paramento struttura muraria in laterizi	Vano L
T-MAR_17	Malta pozzolanica	Paramento struttura muraria in mattoni di una vasca	<i>Praefurnium</i> vano G

Tab. 1. Nora. Terme a Mare. Tipologia dei campioni di malta analizzati dal contesto delle Terme a Mare di Nora e posizionamento in pianta.

ta, spesso con microfratture, e alcuni relitti incotti delle rocce sottoposte a calcinazione, tra cui si riconoscono calcari cristallini (prevalenti nel campione T-MAR\_14). La porosità è abbastanza diffusa, soprattutto in T-MAR\_12.

L'aggregato è costituito da sabbie piuttosto classate e rientranti nel *range* delle sabbie medio-grosse (0,4-0,6 mm), secondo la scala Wentworth<sup>15</sup>. Sotto il profilo petro-mineralogico, i campioni mostrano una selezione bimodale dell'aggregato, rappresentato prevalentemente e abbondantemente da granuli sub-angolosi di quarzo, con quarziti e graniti/granitoidi, e sporadici clasti di K-feldspati (principalmente ortoclasio) (fig. 5a). In frazione molto ridotta, si osservano clasti carbonatici e vulcaniti laviche, clasti di arenaria, e saltuariamente singoli minerali di biotite e pirosseni. La distribuzione petro-mineralogica dei clasti di sabbie d'aggregato risulta compatibile con i depositi sedimentari locali<sup>16</sup>. Si identificano, inoltre, in T-MAR\_13, bioclasti (gasteropodi), e qualche frammento fittile nel campione T-MAR\_14. Si distingue leggermente T-MAR\_15 per via di alcune caratteristiche tessiturali e composizionali. Si tratta di una malta di calce aerea con una tessitura micro-sparitica, piuttosto disomogenea con addensamenti a bassa birifrangenza, dal rapporto legante:aggregato di circa 1:1,5 (impasto leggermente "grasso") ma senza evidenti calcinaroli.

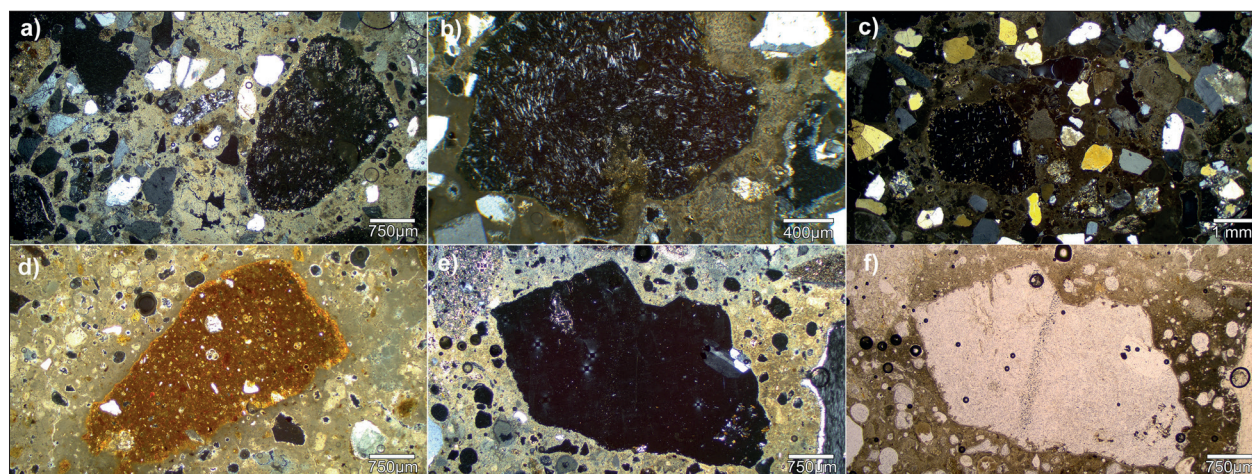


Fig. 5. Nora. Terme a Mare. Micrografie in microscopia ottica a luce polarizzata di alcuni campioni in analisi. a) T-MAR\_13, legante calcico micritico; si osservano clasti di quarzo, quarziti e qualche bioclasto; in alto un relitto di cottura; a destra clasto di pomice con un lieve bordo di reazione; b) T-MAR\_14, dettaglio di un clasto di pomice con fenocristalli di biotite e bordo di reazione poco marcato; c) T-MAR\_15, tessitura variabile micritica/micro-sparitica del legante; al centro clasto di pomice a tessitura labilmente porfirica con bordo di reazione marcato; si osservano clasti di quarzo, quarziti; in basso clasti di arenaria; sporadiche calcareniti. Impasto leggermente grasso; d) T-MAR\_17, dettaglio di un frammento fittile, con evidenti fenomeni di reazione pozzolanica lungo i bordi; e) T-MAR\_17, dettaglio di un clasto di ossidiana, contenente fenocristalli di feldspati calcici con inclusioni di minerali opachi (ossidi di ferro); nullo è il bordo di reazione con il legante circostante; f) T-MAR\_17, dettaglio a nicol paralleli di un clasto di ossidiana; si evidenzia la matrice vetrosa del clasto, distinta lievemente da quella feldspatica del plagioclasio.

<sup>15</sup> WENTWORTH 1922.

<sup>16</sup> MELIS, COLUMBU 2000.

Di rilievo è la presenza in questi campioni di pozzolane vulcaniche, in concentrazioni rilevanti, costituite da rocce piroclastiche poco classate, rappresentate soprattutto da pomice africane o leggermente porfiritiche con fenocristalli di feldspati e biotite (*fig. 5b*), e subordinati frammenti di tufi ignimbrici a matrice cineritica. Sotto il profilo tessiturale le caratteristiche di questi elementi vulcanici non sembrano compatibili con la geologia locale, ma sembrerebbero compatibili, sotto il profilo petrografico e tessiturale, con altri già analizzati dal contesto norense, la cui provenienza è stata ricondotta alla zona del Golfo di Napoli (*pulvis puteolana*)<sup>17</sup>. I clasti pozzolanici si presentano variabilmente reagiti con la calce, con bordi evidenti e alterazioni pronunciate in particolar modo nel campione T-MAR\_15, per via di una verosimilmente intensa reazione pozzolanica (*fig. 5c*).

Il rimanente campione, T-MAR\_17, proveniente dal paramento della struttura muraria di una vasca presso il *praeefurnium* posto nel *tepidarium/laconicum*, mostra caratteristiche composizionali completamente diverse rispetto ai precedenti campioni. Anch'esso è una malta di calce aerea con un impasto "grasso" (proporzioni legante:aggregato maggiori di 1:2), avente un legante calcico a tessitura micritica non sempre omogenea. Il composto appare poco miscelato, a causa dell'elevata presenza di grumi di calce nel legante, e con una lieve porosità, causata da fenomeni di ritiro. L'aggregato è costituito prevalentemente da frammenti fittili, con smagrante differenziato, dalla variabile distribuzione granulometrica: da clasti plurimillimetrici fino a piccoli frammenti micrometrici (polvere fittile) (*fig. 5d*).

Peculiare è la presenza in questo campione di un'altra tipologia di aggregato vulcanico piroclastico. Si tratta in questo caso di ossidiane, in frammenti e shards, africane con sporadici fenocristalli prevalentemente di plagioclasio e di minerali opachi (*figg. 5e, 5f*). Tali clasti presentano però bordi di reazione non particolarmente pronunciati, a testimonianza di una ridotta capacità pozzolanica. Completamente differente appare invece la reattività della componente fittile, rilevante e testimoniata da bordi di reazione più marcati.

Ad analisi petrografica, i clasti di ossidiana non si presentano particolarmente reagiti con la componente calcica, e presentano limitati bordi di reazione (come successivamente confermato con indagini SEM-EDS), a differenza della componente fittile, sia millimetrica che – soprattutto – micrometrica, che appare invece maggiormente reagita nei confronti del legante a base calce.

La componente sabbiosa dell'aggregato locale costituisce infine una componente minoritaria nel composto. Anche in questo caso, essa è costituita da clasti quarzoso-feldspatici (plagioclasio) e rari clasti di lave vulcaniche locali. Tra gli aggregati è presente anche un frammento di osso animale, forse calcinato.

Zeno Caneva

### 3.3. Analisi SEM-EDS

Sono stati analizzati in microscopia elettronica a scansione (SEM-EDS) 7 clasti di ossidiana inclusi in T-MAR\_17. Il profilo geochimico è stato ottenuto sulla media dei valori estrapolati sulla base di una media di un minimo di 5 fino a un massimo di 8 analisi puntuali EDS su aree sane (non reagite) dei clasti di vetro vulcanico (*tab. 2*).

I valori di tutti i clasti analizzati (ossidiane) sono stati riportati nel TAS<sup>18</sup> (Total Alkali vs. Silica), un diagramma binario che permette di confrontare i campioni e osservare una loro prima distinzione sulla base delle proporzioni di silicio (SiO<sub>2</sub>) contro la somma degli elementi alcalini (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O). Il TAS offre una prima discriminazione della distribuzione geochimica dei clasti vulcanici, dove ne sono stati riportati i profili degli elementi maggiori in relazione con l'impronta geochimica dei distretti vulcanici di attività magmatica plio-quadernaria presenti nella penisola italiana, come riportato nella letteratura scientifica<sup>19</sup>.

Il profilo geochimico dei clasti di ossidiana del campione T-MAR\_17 è compatibile con i prodotti piroclastici del distretto sardo di Monte Arci o di Sant'Antioco, che trovano riscontro anche in altri casi accertati di impiego dal sito norense (*fig. 6a*)<sup>20</sup>. Una possibile corrispondenza con i prodotti piroclastici riolitici delle Isole Eolie, in particolar modo di Lipari, non si esclude a priori (*fig. 6b*) ma si rimanda a essere investigata più nel dettaglio con mirate indagini degli elementi in traccia.

Attraverso le analisi puntuali SEM-EDS, si è potuto confermare la ridotta reattività del vetro vulcanico. Sepur completamente amorfi e ricchi di Si potenzialmente reattiva nei confronti della calce, i clasti di ossidiana si

<sup>17</sup> BONETTO, DILARIA 2021; DILARIA, MARINELLO, ZARA 2022; DILARIA *et alii* 2023.

<sup>18</sup> LE BAS *et alii* 1986.

<sup>19</sup> PECCERILLO 2005.

<sup>20</sup> V. *infra*.

presentano infatti minimamente reagiti con la componente calcica, come apprezzabile con indagini SEM-EDS, dove si osserva un limitato bordo di reazione attorno ai clasti, con contenuto arricchimento in Ca (fig. 7a, b-b1), e una diffusione limitata dei prodotti di reazione nella matrice calcica (fig. 7a, b-b2).

Simone Dilaria

CLASTO	01	02	03	05	06	07	08
Na <sub>2</sub> O	4,30	4,20	4,43	4,53	5,07	4,67	4,46
MgO	0,01	0,04	0,29	0,22	0,33	0,06	0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,17	15,22	15,08	15,23	15,29	14,93	15,07
SiO <sub>2</sub>	72,02	71,70	71,56	71,64	71,23	72,17	72,03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
SO <sub>3</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,03	n.d.	0,02
Cl <sub>2</sub> O	0,02	0,12	0,28	0,12	0,15	0,08	0,16
K <sub>2</sub> O	5,08	5,20	4,77	4,94	4,58	4,78	4,68
CaO	1,57	1,60	1,58	1,51	1,50	1,47	1,51
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,11	0,20	0,09	0,05	0,07	0,10
MnO	n.d.	0,06	0,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,78	1,74	1,77	1,71	1,77	1,76	1,82

Tab. 2. Nora. Terme a Mare. Risultati delle analisi EDS sui clasti di ossidiana dal campione T-MAR\_17 e profilo geochimico degli elementi maggiori. n.d. = non definito (sotto soglia rilevamento).

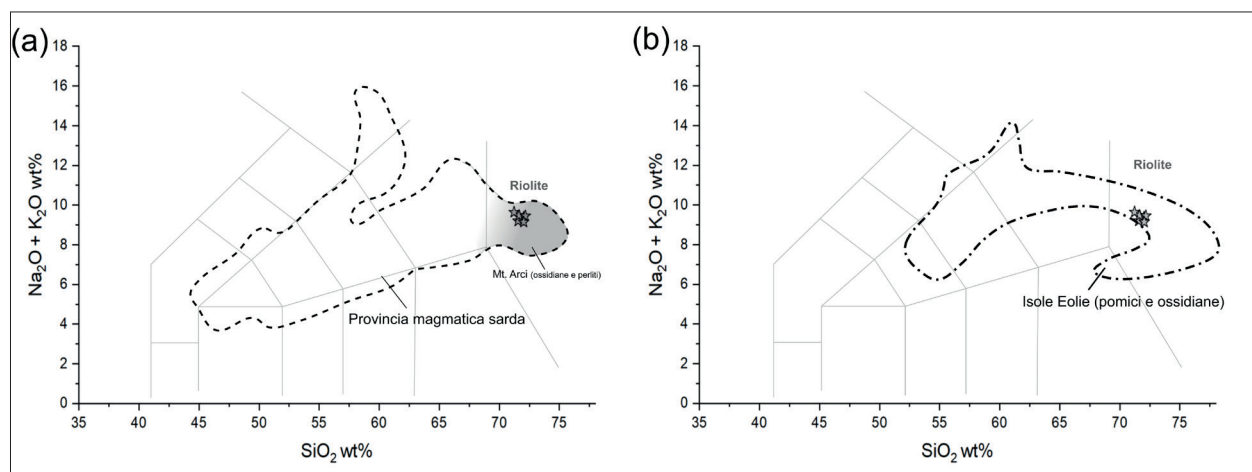


Fig. 6. Nora. Terme a Mare. Grafici TAS (Total Alkali vs. Silica) dei clasti di ossidiana nel campione T-MAR\_17 comparati con i prodotti vulcanici dei distretti magmatici italiani mostrandoti affinità petrochimica: (a) distribuzione dei campioni in relazione ai prodotti vulcanici della provincia magmatica sarda (sulla base di LUSTRINO, MELLUSO, MORRA 2007); (b) distribuzione dei campioni in relazione ai campi occupati dai prodotti piroclastici delle Isole Eolie (sulla base di ALBERT *et alii* 2017).

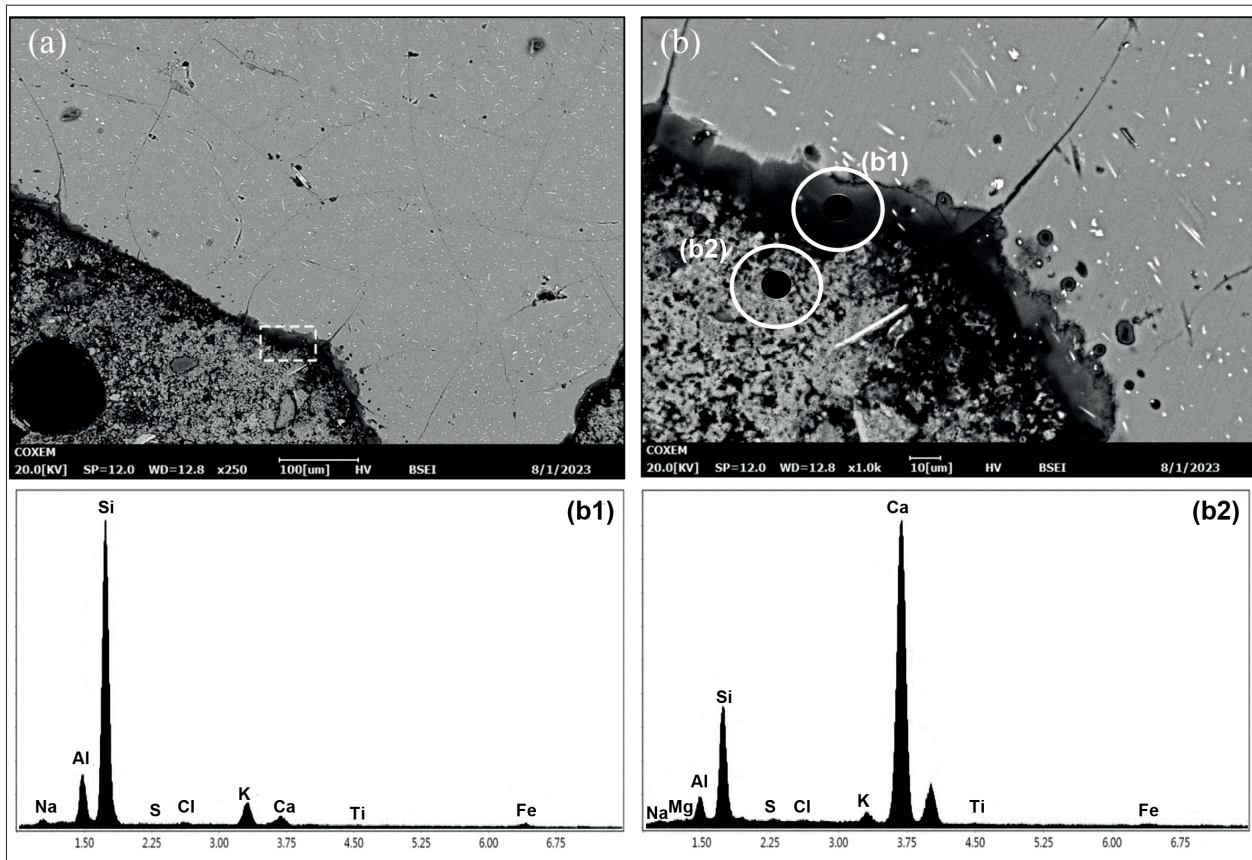


Fig. 7. Nora. Terme a Mare. Immagini SEM (elettroni retrodiffusi) delle zone di interfaccia tra un clasto di ossidiana e la matrice del legante nel campione di malta T-MAR\_17: (a) clasto di ossidiana; (b) ingrandimento dell'area tratteggiata nella Figura (a) nella zona di interfaccia con la matrice legante; (b1) spettro EDS dell'interfaccia del clasto di ossidiana con il legante; (b2) spettro EDS della matrice del legante prossima all'interfaccia.

#### 4. Considerazioni di sintesi

Le analisi archeometriche hanno permesso di studiare la composizione petro-mineralogica dei campioni di miscela legante oggetto di indagine. L'aspetto di maggior interesse riguarda la definizione delle provenienze dei materiali pozzolanici vulcanici presenti nei composti analizzati. Dai dati ottenuti dalle analisi si può osservare come, sotto il profilo tessiturale, le caratteristiche degli elementi vulcanici usati nelle miscele strutturali delle Terme a Mare, quali pomice e tuffi, non siano compatibili con la geologia locale, e che pertanto se ne possa dedurre una provenienza alloctona, probabilmente dall'area flegrea. Ciò trova confronto con altri edifici presenti a Nora, quali il Tempio Romano<sup>21</sup>, il santuario di Esculapio<sup>22</sup>, diverse cisterne dell'antica città<sup>23</sup>, e l'acquedotto<sup>24</sup> dove recenti analisi hanno dimostrato la provenienza di pozzolane vulcaniche di provenienza dal territorio del Golfo di Napoli. Pertanto, l'impiego di pozzolane vulcaniche in miscele a base di calce sembrerebbe diffuso a Nora soprattutto in contesti di età imperiale, dimostrando come in questi secoli fosse attivo un commercio continuo e organizzato di pozzolana vulcanica tra la zona campana e la Sardegna.

Di grande interesse, invece, sono gli aggregati presenti nel campione outlier T-MAR\_17. Esso è sostanzialmente una malta di cocchiopesto con abbondanti frammenti fittili misti a clasti di ossidiana, con caratteristiche tessiturali e geochemiche differenti da quelle che contraddistinguono le pozzolane vulcaniche degli altri campioni, e verosimilmente di provenienza locale sarda (Monte Arci). L'uso di ossidiana come pozzolana nella malta del

<sup>21</sup> DILARIA *et alii* 2023.

<sup>22</sup> DILARIA, MARINELLO, ZARA 2022.

<sup>23</sup> BONETTO, DILARIA 2021.

<sup>24</sup> BUGANZA 2022/2023.



campione T-MAR\_17 appare particolare ma non del tutto inusuale nel panorama norense. Presenza di ossidiane e perlitì è attestata solamente in alcuni edifici, come il teatro<sup>25</sup> e, forse, le Piccole Terme<sup>26</sup>, e il suo impiego all'interno delle Terme a Mare, probabilmente a fini di aggregato idraulicizzante, necessita di ulteriori campionamenti e approfondite indagini.

Il campione T-MAR\_17 testimonia però come alcuni prodotti locali non siano stati sostituiti del tutto dalla pozzolana campana, continuando ad essere utilizzati, seppur in forme più contenute, anche dopo l'età repubblicana. Da ciò, l'impiego probabile di materiale locale nelle Terme a Mare presuppone la possibile presenza di maestranze di origine sarda, probabilmente specializzate nella realizzazione di specifici frangenti architettonici, in questo caso di una vasca probabilmente rivestita in *sectile*. Ad oggi, non ci sono però dati per escludere che il campione rappresenti un rifacimento o un restauro dell'ambiente riscaldato di epoche successive, ma questa ipotesi appare comunque meno verosimile rispetto alla prima.

*Zeno Caneva, Simone Dilaria*

<sup>25</sup> COLUMBU, GARAU, LUGLIE 2019.

<sup>26</sup> Lo studio riportato da SITZIA *et alii* 2021, non può infatti considerarsi dirimente nel descrivere la natura e origine effettiva dei clasti osservati nelle malte delle Piccole Terme norensi. Stando a recenti campionamenti, sembrerebbe trattarsi, ancora una volta, di pomice dell'area flegrea.

## Bibliografia

- ALBERT *et alii* 2017 = ALBERT P.G., TOMLINSON E.L., SMITH V.C., DI TRAGLIA F., PISTOLESI M., MORRIS A., DONATO P., DE ROSA R., SULPIZIO R., KELLER J., ROSI M., MENZIES M. 2017, *Glass geochemistry of pyroclastic deposits from the Aeolian Islands in the last 50 ka: A proximal database for tephrochronology*, in *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 336, pp. 81-107.
- ASOLATI M., BONETTO J., ZARA A. 2018, *Un deposito rituale di antoniniani dal settore orientale dell'abitato di Nora (Sardegna)*, in *Annali. Istituto Italiano di Numismatica*, 64, Roma, pp. 99-146.
- BONETTO J. 2003, *I sistemi infrastrutturali di Nora romana: la viabilità e il drenaggio delle acque*, in TRONCHETTI C. (a cura di), *Ricerche su Nora (anni 1990-1998)*, II, Cagliari, pp. 21-38.
- BONETTO J., DILARIA S. 2021, *Circolazione di maestranze e saperi costruttivi nel Mediterraneo antico. Il caso dei rivestimenti in malta delle cisterne punico-romane di Nora (Cagliari, Sardegna)*, in ATTA. *Atlante Tematico di Topografia Antica*, 31, pp. 495-520.
- BUGANZA L. 2022/2023, *Analisi archeometriche su alcune infrastrutture idrauliche della zona periurbana di Nora (Sardegna)*, tesi di laurea triennale, rel. Dott. S. Dilaria, Università degli Studi di Padova.
- COLUMBU S., GARAU A.M., LUGLIE C. 2019, *Geochemical characterisation of pozzolanic obsidian glasses used in the ancient mortars of Nora Roman theatre (Sardinia, Italy): Provenance of raw materials and historical-archaeological implications*, in *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, pp. 2121-2150.
- DILARIA S., MARINELLO A., ZARA A. 2022, *Analisi archeometriche delle malte aeree e pozzolaniche del tempio di Esculapio. Risultati preliminari*, in *Quaderni Norensi*, 9, pp. 175-186.
- DILARIA *et alii* 2023 = DILARIA S., PREVIATO C., BONETTO J., SECCO M., ZARA A., DE LUCA R., MIRIELLO D. 2023, *Volcanic Pozzolan from the Phlegraean Fields in the Structural Mortars of the Roman Temple of Nora (Sardinia)*, in *Heritage*, 6, pp. 567-587.
- GHIOTTO A.R. 2004, *L'architettura romana nelle città della Sardegna*, Roma, pp. 109-134.
- LE BAS *et alii* 1986 = LE BAS M.J.R., LE MAITRE W., STRECKEISEN A., ZANETTIN B. 1986, *IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram*, in *Journal of Petrology*, 27, 3, pp. 745-750.
- LUSTRINO M., MELLUSO L., MORRA V. 2007, *The geochemical peculiarity of "Plio-Quaternary" volcanic rocks of Sardinia in the circum-Mediterranean area*, in BECCALUVA L., BIANCHINI G., WILSON M. (a cura di), *Cenozoic Volcanism in the Mediterranean Area*, Geological Society of America, Special Paper, 418, pp. 277-301.
- MELIS S., COLUMBU S. 2000, *Les matériaux de construction à l'époque romaine et leur rapport avec les anciennes carrières: l'exemple du théâtre de Nora (Sardaigne SO - Italie)*, in *La pierre dans la ville antique et médiévale*, Actes du colloque d'Argentomagus Tours (Argenton-sur-Creuse, Saint-Marcel, 30-31/03/1998), a cura di J. Lorenz, D. Tardy, G. Coulon, (= RACF, supplément 18), Argenton-sur-Creuse, pp. 103-117.
- PECCERILLO A. 2005, *Plio-Quaternary Volcanism in Italy: Petrology, Geochemistry*, Berlin.
- PESCE G. 1972, *Nora. Guida agli scavi*, Cagliari (I ed. 1957).
- PREVIATO C. 2023, *Building public baths outside Rome: the case study of Nora (Sardinia)*, in MUGNAI N. (a cura di), *Architectures of the Roman world. Models, Agency, Reception*, Oxford, pp. 123-136.
- SITZIA *et alii* 2021 = SITZIA F., BELTRAME M., LISCI C., MIRÃO J. 2021, *Micro Destructive Analysis for the Characterization of Ancient Mortars: A Case Study from the Little Roman Bath of Nora (Sardinia, Italy)*, in *Heritage*, 4, pp. 2544-2560.

TRONCHETTI C. 1985, *Le Terme a mare*, in *Nora. Recenti studi e scoperte*, Pula, pp. 71-81.

TRONCHETTI C. 2018a, *La storia di Nora*, in BONETTO J., BEJOR G., BONDI S.F., GIANNATTASIO B., GIUMAN M., TRONCHETTI C. (a cura di), *Nora. Pula*, Sassari, pp. 86-92.

TRONCHETTI C. 2018b, *La storia delle ricerche*, in BONETTO J., BEJOR G., BONDI S.F., GIANNATTASIO B., GIUMAN M., TRONCHETTI C. (a cura di), *Nora. Pula*, Sassari, pp. 16-21.

WENTWORTH C.K. 1922, *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediment*, in *Journal of Geology*, 30, 5, pp. 377-392.



## *Indirizzi degli Autori*

---

Hanno collaborato a questo numero:

*Roberta Albertoni*, Università degli Studi di Milano  
roberta.albertoni@hotmail.com

*Chiara Andreatta*, Università degli Studi di Padova  
chiara.andreatta@phd.unipd.it

*Michele Asolati*, Università degli Studi di Padova  
michele.asolati@unipd.it

*Sara Balsar*, Università degli Studi di Padova – Direzione Regionale Musei Calabria  
balsar96@gmail.com

*Alice Barbisan*, Università degli Studi di Padova  
alice.barbisan@studenti.unipd.it

*Leonardo Pio Barletta*, Università degli Studi di Padova  
leonardopio.barletta@studenti.unipd.it

*Giuseppe Bertolino*, Università degli Studi di Milano  
bertolino\_g@yahoo.com

*Jacopo Bonetto*, Università degli Studi di Padova  
jacopo.bonetto@unipd.it

*Eliana Bridi*, Università degli Studi di Padova  
eliana.bridi@unipd.it

*Laura Buganza*, Università degli Studi di Padova  
laura.buganza@studenti.unipd.it

*Zeno Caneva*, Università degli Studi di Padova  
zeno.caneva@studenti.unipd.it

*Alice Capobianco*, Università degli Studi di Genova – Universität zu Köln  
alice.capobianco@smail.uni-koeln.de

*Emiliano Cruccas*, Università degli Studi di Cagliari  
ecruccas@unica.it

*Giulio Alberto Da Villa*, Università degli Studi di Padova  
giulioalberto.davilla@studenti.unipd.it

*Francesca Della Valentina*, Università degli Studi di Milano  
francescadellavalentina@gmail.com

*Simone Dilaria*, Università degli Studi di Padova  
simone.dilaria@unipd.it

*Paola Fenu*, Independent Researcher  
paolafenu@yahoo.it

*Gaia Filisetti*, Università degli Studi di Milano  
gaiafilisetti@gmail.com

*Ilaria Frontori*, Università degli Studi di Milano  
ilaria.frontori@gmail.com

*Mario Nicola Gallo*, Università degli Studi di Genova  
mario.nicola.gallo@outlook.it

*Valentina Gallo*, Università degli Studi di Genova  
valentinagallo987@gmail.com

*Bianca Maria Giannattasio*, Università degli Studi di Genova  
biancamaria.giannattasio@lettere.unige.it

*Melania Gigante*, Università degli Studi di Padova  
melania.gigante@unipd.it

*Francesco Giovanetti*, Università degli Studi di Milano  
francesco.giovinetti3@gmail.com

*Chiara Girotto*, Università degli Studi di Padova  
chiara.girotto.3@phd.unipd.it

*Margarita Gleba*, Università degli Studi di Padova  
margarita.gleba@unipd.it

*Simone Giosuè Madeo*, Università degli Studi di Genova  
simonegiosue.madeo@edu.unige.it

*Beatrice Marchet*, Università degli Studi di Padova  
beatrice.marchet@phd.unipd.it

*Matteo Mariuzzo*, Università degli Studi di Milano  
mariuzzomatteo98@gmail.com

*Alessandro Mazzariol*, Università degli Studi di Padova  
alessandro.mazzariol@unipd.it

*Martina Naso*, Università degli Studi di Padova  
martina.naso@studenti.unipd.it

*Silvia Pallecchi*, Università degli Studi di Genova  
silvia.pallecchi@unige.it

*Caterina Previato*, Università degli Studi di Padova  
caterina.previato@unipd.it

*Vito Giuseppe Prillo*, Università degli Studi di Padova  
vitogiuseppe.prillo@phd.unipd.it

*Giorgio Rea*, Università degli Studi di Milano  
rea.giorgio87@gmail.com

*Noemi Ruberti*, Università degli Studi di Padova  
noemi.ruberti@phd.unipd.it

*Gianfranca Salis*, Soprintendenza ABAP-CA  
gianfranca.salis@cultura.gov.it

*Elena Santoro*, Università degli Studi di Genova  
elena.santoro@edu.unige.it

*Federica Stella Mosimann*, Università degli Studi di Padova  
federica.stellamosimann@phd.unipd.it

*Arturo Zara*, Università degli Studi di Padova  
arturo.zara@unipd.it

Finito di stampare nel mese di  
novembre 2024  
presso Grafiche Turato  
Rubano (PD)