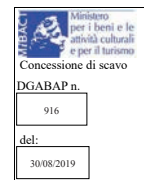


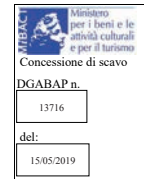
*Quaderni
Norensi*



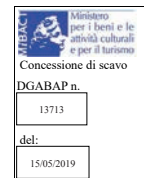
Università degli Studi di Padova
 Dipartimento dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica
 Piazza Capitaniano 7 - 35139 Padova
 Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero per i beni e le attività culturali e il turismo
 rilasciata il 30/08/2019 con decreto 916.



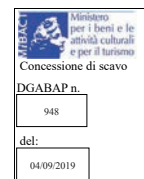
Università degli Studi di Cagliari
 Dipartimento di Lettere, Lingue e Beni culturali
 Via Is Mirrionis 1 - 09123 Cagliari
 Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero per i beni e le attività culturali e il turismo
 rilasciata il 15/05/2019 con decreto 13716.



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 per i beni e le attività culturali e il turismo
 rilasciata il 15/05/2019 con decreto 13713.



Università degli Studi di Milano
 Dipartimento di Beni Culturali e Ambientali - sezione Archeologia
 Via Festa del Perdono 7 - 20122 Milano
 Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero per i beni e le attività culturali e il turismo
 rilasciata il 04/09/2019 con decreto 948.



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)
 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)

Cura editoriale / Editing
 Stefania Mazzocchin (Università degli Studi di Padova)
 Arturo Zara (Università degli Studi di Padova)

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

ISSN 2280-983X

© Padova 2022, Padova University Press
 Università degli Studi di Padova
 via 8 febbraio 1848, 2 - 35122 Padova
 tel. 049 8273748, fax 049 8273095
 email: padovauniversitypress@unipd.it
www.padovauniversitypress.it

Le foto di reperti di proprietà dello Stato sono pubblicate su concessione del Ministero per i Beni e le Attività culturali, 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

9

Indice

<i>Editoriale</i> Jacopo Bonetto, Arturo Zara	»	IX
Il quartiere occidentale Università degli Studi di Genova	»	1
<i>Nora, Area C2: ricerche 2020-2021</i> Silvia Pallecchi	»	3
<i>Nora, Area C2: primi dati sui materiali ceramici dalle campagne 2018-2021</i> Federico Lambiti	»	11
<i>Nora, Area C2: le lucerne</i> Anna Parodi	»	17
<i>Nora, Area C2: i reperti in vetro (campagne 2017-2021)</i> Giulia Felicia Sammarco	»	23
<i>I pavimenti in terra battuta del quartiere occidentale di Nora</i> Elena Santoro	»	29
<i>Nora, tipologia dei laterizi dalle Piccole Terme</i> Bianca Maria Giannattasio	»	35
<i>Nora, Kasbah. Analisi stratigrafica degli elevati nell'area della "Domus 1"</i> Alice Capobianco	»	45
Il quartiere centrale Università degli Studi di Milano	»	55
<i>Nora. Area Centrale. Le attività dell'Università degli Studi di Milano nel biennio 2020-2021</i> Federica Chiesa	»	57

<i>L'edificio a nord della Casa del Direttore Tronchetti. Lo scavo dell'ambiente P</i> Ilaria Frontori	»	59
<i>L'edificio a nord della Casa del Direttore Tronchetti. Prime considerazioni sui materiali laterizi e metallici</i> Gaia Battistini, Luca Restelli	»	69
<i>Casa del Pozzo Antico. Dati acquisiti e nuove prospettive</i> Giorgio Rea	»	77
<i>I materiali di età Romana dallo scavo del c.d. "Pozzo Nuragico"</i> Giacomo Paleari	»	83
<i>Vetri da finestra a calotta emisferica dalle Terme Centrali</i> Deborah Nebuloni	»	93
<i>Materiali ceramici dalle fasi primo-imperiali delle Case a Mare. Il contesto Aa31856</i> Gloria Bolzoni	»	99
Il quartiere orientale Università degli Studi di Padova	»	113
<i>Il saggio PO</i>		
<i>Il saggio PO, trincea II. La strada a est del foro. Campagna di scavo 2021 e studio dei contesti ceramici</i> Chiara Andreatta, Arturo Zara	»	115
<i>L'edificio a est del foro (saggio PO). Campagna di scavo 2021</i> Beatrice Marchet, Arturo Zara	»	145
<i>Gli intonaci dell'edificio ad est del foro: stato di avanzamento dello studio delle pitture</i> Federica Stella Mosimann	»	157
<i>I graffiti parietali dell'edificio a est del foro: scavo, studio e ricontestualizzazione</i> Andrea Raffaele Ghiotto, Beatrice Marchet, Federica Stella Mosimann, Arturo Zara	»	167
<i>Reperti in osso dall'edificio a est del foro di Nora: analisi archeozoologica e dei processi produttivi</i> Martina Naso, Errico Pontis	»	177
<i>Monete e circolazione monetaria a Nora all'inizio dell'età tardo imperiale (fine del III-inizi del IV sec. d.C.)</i> Michele Asolati	»	187
<i>Il saggio PU</i>		
<i>Le indagini nel saggio PU</i> Guido Furlan, Alessandra Marinello	»	199
<i>Il saggio PV</i>		
<i>Il complesso monumentale sulle pendici orientali del colle di Tanit</i> Jacopo Bonetto, Caterina Previato	»	209

Il santuario di Eshmun/Esculapio Università degli Studi di Padova	»	223
<i>Analisi archeometriche delle malte aeree e pozzolaniche del tempio di Esculapio. Risultati preliminari</i> Simone Dilaria, Alessandra Marinello, Arturo Zara	»	225
Ex base della Marina Militare <i>L'area settentrionale - La necropoli fenicia e punica</i> Università degli Studi di Padova	»	239
<i>La necropoli fenicia e punica di Nora: Saggi 1 e 4. Indagini 2021</i> Jacopo Bonetto, Sara Balcon, Simone Berto, Eliana Bridi, Filippo Carraro, Simone Dilaria, Alessandro Mazzariol, Noemi Ruberti	»	241
<i>Gli Athyrmata della necropoli occidentale: campagne di scavo 2018-2021</i> Sara Balcon	»	273
<i>I reperti odontoscheletrici umani dalle tombe a cremazione e a inumazione della necropoli fenicia e punica di Nora: note preliminari</i> Melania Gigante, Noemi Ruberti	»	291
<i>Roman trash in Punic tombs (Nora, Sardinia): the 2021 campaign</i> Hanna Arndt, Baerbel Morstadt	»	305
Ex base della Marina Militare <i>L'area meridionale - abitato romano</i> Università degli Studi di Cagliari	»	315
<i>Ex base della Marina Militare. Area Omega – Campagna di scavo 2021</i> Romina Carboni, Emiliano Cruccas, Marco Giuman	»	317
Lo spazio marino	»	327
<i>Progetto “Nora e il mare” 2.0: un nuovo approccio multidisciplinare per la ricostruzione dell’ambiente antico</i> Jacopo Bonetto, Filippo Carraro, Maria Chiara Metelli	»	329
Le attività di rilievo	»	333
<i>Analisi e rilievo dei monumenti: il teatro</i> Caterina Previato, Luca Doria, Chiara Giroto	»	335
<i>Il rilievo 3D fotogrammetrico dell’edificio a est del foro</i> Simone Berto	»	343

La valorizzazione	»	353
<i>Il progetto e-archeo. Nuove ricostruzioni virtuali per la fruizione e la valorizzazione di Nora</i> Jacopo Bonetto, Raffaele Carlani, Arturo Zara	»	355
<i>Indirizzi degli Autori</i>	»	367

Editoriale

Con il nono volume dei *Quaderni Norensi* vengono dati alle stampe gli esiti delle ricerche condotte a Nora del biennio 2020-2021. Si tratta di un frangente del tutto eccezionale nella storia della Missione archeologica interuniversitaria, in quanto, per la prima volta in oltre un trentennio, le attività sul campo sono state interrotte contemporaneamente da tutti gli Atenei coinvolti per un'intera stagione, a causa della tristemente nota emergenza pandemica COVID-19.

In tale panorama, è ragione d'orgoglio il rispetto della cadenza biennale della pubblicazione dei *Quaderni*, merito da condividere con tutti i 44 autori coinvolti nel presente volume. La sospensione degli scavi nel 2020, seppur sofferta, è stata infatti occasione per tutti i membri della Missione di elaborare in maniera attenta la mole di dati assunta negli anni precedenti e, da circostanza complicata, è divenuta opportunità di approfondimento e punto di partenza per le ricerche del 2021, riprese con un'intensità tale da portare alla produzione dei 32 contributi che compongono questo volume della rivista.

Anche questo numero è strutturato in sezioni che ricalcano sia i settori urbani e suburbani oggetto delle attività delle quattro Università, sia pure alcuni temi di ricerca sviluppati in parallelo agli interventi stratigrafici, ossia lo studio dello spazio marino, l'analisi e il rilievo dei monumenti e le attività di valorizzazione.

All'Università di Genova si devono i contributi dedicati al comparto occidentale dell'abitato, con la presentazione della successione stratigrafica e lo studio dei materiali dell'area C2, l'approfondimento sui laterizi delle Piccole Terme e l'analisi stratigrafica degli elevati di alcuni complessi architettonici della cd. Kasbah; viene inoltre affrontato anche il tema dei livelli pavimentali in terra battuta, di notevole rilievo nel panorama norense, ove la tecnica di realizzazione di suoli d'argilla presenta una straordinaria continuità dall'età fenicia a quella tardoantica.

La sezione dedicata al quartiere centrale dell'abitato, a cura dell'Università di Milano, espone sia le nuove ricerche presso il complesso individuato a nord della Casa del Direttore Tronchetti, sia pure i dati acquisiti in merito all'edificio residenziale noto con il nome di Casa del Pozzo Antico. Per questi due edifici e per le Terme centrali vengono poi proposti studi relativi ad alcune classi di materiali, mentre nel caso del settore urbano delle Case a Mare si affronta lo studio organico e sistematico di un contesto ceramico.

I contributi dell'Università di Padova relativi al quartiere orientale della città antica si suddividono tra quelli pertinenti al settore urbano a est del foro romano – dove, allo studio del contesto stratigrafico e dei materiali dell'edificio di carattere abitativo e produttivo, si affianca ora il rinvenimento di un nuovo tratto stradale urbano, del quale pure si presenta qui la successione stratigrafica affiancata all'analisi dei contesti ceramici – e quelli afferenti al pendio orientale del colle di Tanit, area cruciale sia per le indagini presso il grande complesso pubblico, con ogni probabilità culturale, mai oggetto di ricerche passate, sia pure per quelle nello spazio tra il foro e il Tempio romano, dove una serie di evidenze riferibili alle più antiche fasi di frequentazione della penisola stanno gettando nuova luce sui rapporti tra la comunità fenicia e quella di tradizione locale.

Trova edizione in questo numero della rivista anche un nuovo studio relativo santuario di *Eshmun*/Esculapio, ove, sebbene nell'ultimo biennio non siano state condotte nuove indagini stratigrafiche, analisi archeometriche sulle malte impiegate nell'edificio sacro offrono nuovi spunti sui rapporti tra Nora e l'area flegrea.

Consistenti sono le sezioni dedicate all'area dell'ex base della Marina Militare.

Per il settore settentrionale, oggetto delle ricerche dell'Ateneo patavino, si presentano i più recenti risultati relativi alla necropoli ad incinerazione fenicia e alle inumazioni di età punica, come pure lo scavo delle strutture abitative e produttive di età romana e tardoantica che insistono sulle più antiche evidenze funerarie. Oltre allo studio degli *athyrmata* pertinenti ai corredi e allo studio dei reperti odontoscheletrici, va segnalato anche il contributo dell'Università di Bochum, in lingua inglese, dedicato ai materiali di età romana, riprova del carattere internazionale delle sempre più frequenti collaborazioni instaurate dai componenti "storici" della Missione, da sempre costantemente aperti alla riflessione e al confronto sia reciproco che con attori di provenienza nazionale ed estera.

Nuovi e importanti dati relativi all'assetto urbano di età romana vengono poi presentati nella sezione riservata allo scavo dell'Università di Cagliari presso il settore meridionale dell'area dell'ex base militare: la grande piazza con fontane, punto di snodo di tratti stradali, induce a rielaborare le attuali conoscenze della topografia del *municipium* norense e in particolare offre nuovi spunti di riflessione sul rapporto tra l'area urbana e quella suburbana.

Trovano spazio anche in questo volume i temi della ricostruzione dell'antico paesaggio costiero, affrontato integrando i dati archeologici a quelli geologici e geomorfologici, e dell'analisi strutturale dei monumenti, in particolare in relazione al monumento più rappresentativo di Nora romana, il teatro, e dell'edificio a est del foro, documentato mediante rilievo 3D fotogrammetrico.

Chiude la rivista la sezione dedicata alla valorizzazione, con la presentazione degli esiti del progetto *e-archeo*, mirato alla realizzazione di una *web-app* che ha il proprio punto di forza nella ricostruzione tridimensionale dei principali monumenti della città antica e che fornisce ai circa 70.000 visitatori annui di Nora un nuovo e aggiornato strumento sempre più imprescindibile per la comprensione del parco archeologico.

Da questo numero, i Quaderni Norensi si adeguano infine alle norme bibliografiche della collana *Scavi di Nora*, che ha nel frattempo raggiunto il decimo volume, con i due tomi dedicati ai materiali del Tempio romano: tale scelta rafforza e definisce ulteriormente la linea editoriale comune della Missione, sempre più prolifica non solo in termini quantitativi ma anche e soprattutto qualitativi.

Jacopo Bonetto, Arturo Zara

Analisi archeometriche delle malte aeree e pozzolaniche del tempio di Esculapio.

Risultati preliminari

Simone Dilaria, Alessandra Marinello, Arturo Zara

Abstract

In questo contributo vengono discussi i risultati preliminari delle analisi archeometriche condotte su 8 campioni di malta prelevati dal tempio di Esculapio a Nora nel corso della campagna archeologica 2015 ed analizzati tramite indagini in microscopia ottica polarizzata (OM) accoppiate ad indagini chimiche SEM-EDS. I risultati ottenuti hanno permesso di caratterizzare le materie prime impiegate nelle malte, in gran parte locali. In un solo campione, la presenza di piroclastiti vulcaniche, sicuramente non locali ed importate da altrove, hanno conferito al composto peculiari proprietà pozzolaniche.

In this paper we discuss the preliminary results of the archaeometric analyses on 8 mortar samples collected from the temple of Eshmun in Nora during the 2015 archaeological campaign and analyzed by polarized optical microscopy (OM) coupled with SEM-EDS chemical investigations. The resulting data allowed to describe the raw materials used in the mortars, which were for the most part locally sourced. In one sample, imported volcanic pyroclastic rocks provided the compound of peculiar pozzolanitic properties.

1. Introduzione

In questo contributo vengono discussi i risultati preliminari delle analisi archeometriche condotte su una selezione di campioni di malta dal tempio di Esculapio a Nora. I campioni in oggetto sono stati prelevati nel corso della campagna archeologica 2015 per uno studio di caratterizzazione e diagnostica dei composti in vista del restauro dell'edificio, da poco conclusosi¹. Le analisi di seguito riportate prendono in considerazione una selezione di otto campioni, che sono stati oggetto di caratterizzazione petrografica tramite analisi in microscopia ottica polarizzata su preparati in sezione sottile a 30 µm. Su di un campione, che si connota per la particolare presenza di aggregato vulcanico pozzolanico alloctono (prevalentemente pomici), sono state inoltre effettuate indagini in microscopia elettronica a scansione (SEM) con associato sistema di analisi chimica EDS per una preliminare mappatura geochimica dell'aggregato vulcanico reattivo utile a definirne la provenienza. I campioni analizzati sono tutti da riferire a strutture della fase medio-imperiale dell'edificio templare, per la gran parte messe in luce nel corso delle indagini di G. Pesce del secolo scorso, ma anche oggetto di nuovi saggi di scavo, eseguiti dalla missione archeologica dell'Università di Padova e concentratisi nell'area del pronao antistante la cella.

Simone Dilaria

¹ Il campionamento è stato effettuato in collaborazione con il prof. J. Bonetto, il dott. M. Secco (Dipartimento dei Beni Culturali, Università degli studi di Padova), la dott.ssa A. Addis (Bruker Daltonics) e il prof. G. Artioli (Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova), che si ringraziano. La preparativa dei campioni e le analisi sono state condotte presso i laboratori del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova.



Fig. 1. Nora. Santuario di Esculapio. La scalinata di accesso al pronao alla conclusione dello scavo UniPD.



Fig. 2. Nora. Santuario di Esculapio. Ortofoto zenitale della preparazione dei blocchi della scalinata (US 4).

2. Il santuario di Esculapio – I dati di scavo

2.1. I recenti scavi nella zona del pronao

Le recenti ricerche archeologiche, condotte tra il 2015 e il 2018 nell'area del santuario di Esculapio, hanno interessato il pronao² e la grande terrazza mosaicata antistante l'edificio templare³.

Lo scavo del pronao ha permesso di meglio comprendere come dovesse apparire la facciata dell'edificio sacro e di definirne una cronologia più attendibile, compresa nella prima metà del III secolo d.C.⁴.

Al pronao del tempio, che occupava un'area rettangolare di 8 x 10 m circa, si accedeva tramite una scalinata, oggi conservatasi esclusivamente nella sua porzione orientale (fig. 1). Quest'ultima era costituita da blocchi quadrati di andesite (US 5) alti circa 20-30 cm e con pedata di 50-60 cm. Per una maggiore stabilità ogni gradino era disposto in modo da appoggiare per la prima metà sul blocco inferiore e per la seconda metà su una preparazione di ciottoli legati da malta (US 4) (fig. 2). Sono visibili *in situ* lungo il limite est, seppur mal conservati, i primi due gradini e altri due blocchi riferibili al terzo e al quarto gradino; la presenza di un quinto gradino si può invece solo ipotizzare, considerando sia l'estensione della massiciata di ciottoli (US 4), che si estende oltre il limite sud del quarto gradino, che la differenza di quota che sussiste tra il penultimo gradino e i lacerti preservatesi della pavimentazione del pronao⁵.

La scalinata si appoggia a sud ad una struttura lineare avente direzione E-W e caratterizzata da grandi blocchi quadrati di arenite (US 15), verosimilmente da riferire ad una fase precedente alla monumentalizzazione medio-imperiale⁶. Questa risulta inoltre coperta da una gettata in *opus caementicium* (US 50) sulla quale si riconoscono le tracce lasciate dall'imposta delle due colonne che sostenevano la facciata distila *in antis* che il tempio doveva presentare in quest'ultima fase⁷.

Alessandra Marinello

2.2. La cella del tempio: lo scavo di G. Pesce

I recenti interventi stratigrafici condotti dall'Ateneo patavino non hanno quindi interessato l'area della cella del tempio, fatto salvo la verifica della fossa di spoglio (US -7) della soglia che metteva in comunicazione l'aula e il pronao⁸.

Lo scavo del vano, così come quello del suo penetrabile absidato, venne condotto nei mesi di maggio e giugno del 1952, ossia nelle primissime fasi della lunga stagione di ricerche condotte da G. Pesce a Nora; a operare sul campo fu F. Soldati, Primo Assistente e braccio operativo di Pesce nei primi anni di scavo norense⁹. Lo sterro dell'edificio prese avvio proprio dalla cella, le cui creste murarie non furono mai completamente obliterate dopo la fine dell'età antica, e raggiunse rapidamente la preparazione pavimentale dell'*opus sectile* che doveva decorare l'ambiente. Tale pavimentazione, oggi ricoperta per ragioni conservative, oltre a conservare le tracce in negativo del semplice motivo costituito da una grande croce greca centrale¹⁰, presentava all'epoca dello scavo ancora *in situ* vari frammenti di lastre marmoree policrome (fig. 3)¹¹: nei suoi giornali di scavo, infatti, Soldati sottolinea, come, terminata la prima pulizia dei resti del pavimento, «nel sottofondo si notano molti fram.»

² BONETTO, MARINELLO 2017, pp. 145-149; MARINELLO, VOLPIN 2020, pp. 179-183; per un inquadramento generale dell'organizzazione del santuario si veda anche BONETTO, MARINELLO, ZARA 2021, pp. 199-202.

³ BONETTO, MARINELLO 2017, pp. 150-151; BONETTO, MARINELLO 2018b, pp. 121-134.

⁴ Cronologia ottenuta dallo studio dei materiali ceramici e tramite datazione radiocarbonica (BONETTO, MARINELLO 2017, p. 149).

⁵ *Ibidem*.

⁶ Per le fasi più antiche individuate al di sotto del pronao si veda BONETTO, MARINELLO 2017, pp. 148-149 e MARINELLO, VOLPIN 2020, pp. 179-184.

⁷ *Ibidem*.

⁸ BONETTO, MARINELLO 2017, p. 149.

⁹ I dati relativi allo scavo di G. Pesce, qui di seguito brevemente sintetizzati, sono trattati in BONETTO, MARINELLO, ZARA 2021 ed enucleati in maniera più esaustiva in MAZZARIOL, ZARA c.s., a partire dall'esame dei giornali di scavo.

¹⁰ ANGIOLILLO 1981, pp. 39-40, n. 38.

¹¹ Fra tali marmi pavimentali, in seguito, S. Angiolillo riconobbe «bardiglio di Luni, Portasanta, pavonazzetto, serpentino, fior di pesco e vari marmi bianchi» (ANGIOLILLO 1981, p. 39).



Fig. 3. Nora. Santuario di Esculapio. La cella e il penetrale del tempio al termine dell'intervento di scavo di G. Pesce (da MAZZARIOL, ZARA c.s., VII.F140).

di grandi anforoni e fram.¹² di marmo, fra quest'ultimi uno decorato in basso rilievo»¹². Lo scavatore contestualmente constatò come a tale ricca decorazione pavimentale facesse da *pendant* un rivestimento parietale (definito «*impialliccatura*») pure in lastre di marmo, i cui resti erano ben evidenti in special modo nell'angolo sud-occidentale della cella e che in seguito Pesce identificò come «*frammenti di fior di pesco*»¹³, mentre nel punto di raccordo tra le pareti e lo zoccolo murario si riconobbero «*avanzi di marmo pario e di varie breccce*»¹⁴.

Una volta intercettato il pavimento, l'intervento di sterro del 1952 si spostò dalla cella al penetrale absidato e bipartito, di cui si osservò l'intonacatura bianca delle pareti, che «*estendevasi anche sulla superficie di coccio pesto del pavimento*»¹⁵; lo scavo del santuario si allargò poi agli altri settori dell'area di culto e, dopo l'interruzione imposta dalla Marina Militare che interessò l'intero cantiere norense dalla fine del mese di luglio 1952, fu concluso tra l'estate e l'autunno del 1953, senza più intervenire all'interno della cella.

Particolare rilievo ha inoltre il rinvenimento di una moneta di età costantiniana, che ebbe luogo nell'estate del 1954, dopo la conclusione dello scavo della cella, in occasione delle attività di rilievo destinate alla realizzazione della planimetria del santuario allegata alla seconda edizione della *Guida* di Pesce¹⁶. L'episodio è stato più volte citato in funzione della datazione dell'edificio¹⁷, sebbene lo stesso Pesce ritenesse che l'inclusione della moneta nella preparazione del *sectile* «*potrebbe denotare solamente, che, in quell'epoca, fu restaurato il pavimento, men-*

¹² Giornale di scavo del 6 giugno 1952 (MAZZARIOL, ZARA c.s., VII.D13, #7#).

¹³ PESCE 1957, p. 80 = PESCE 1972², p. 90.

¹⁴ PESCE 1957, p. 81 = PESCE 1972², p. 90.

¹⁵ PESCE 1957, p. 81 = PESCE 1972², p. 91.

¹⁶ PESCE 1972², tav. 5 f.t.

¹⁷ ANGIOLILLO 1981, p. 38; BEJOR 2004, p. 10; BEJOR 2008, p. 104; BONETTO, MARINELLO 2018a, p. 69; cfr. BONETTO, MARINELLO, ZARA 2021, p. 198.

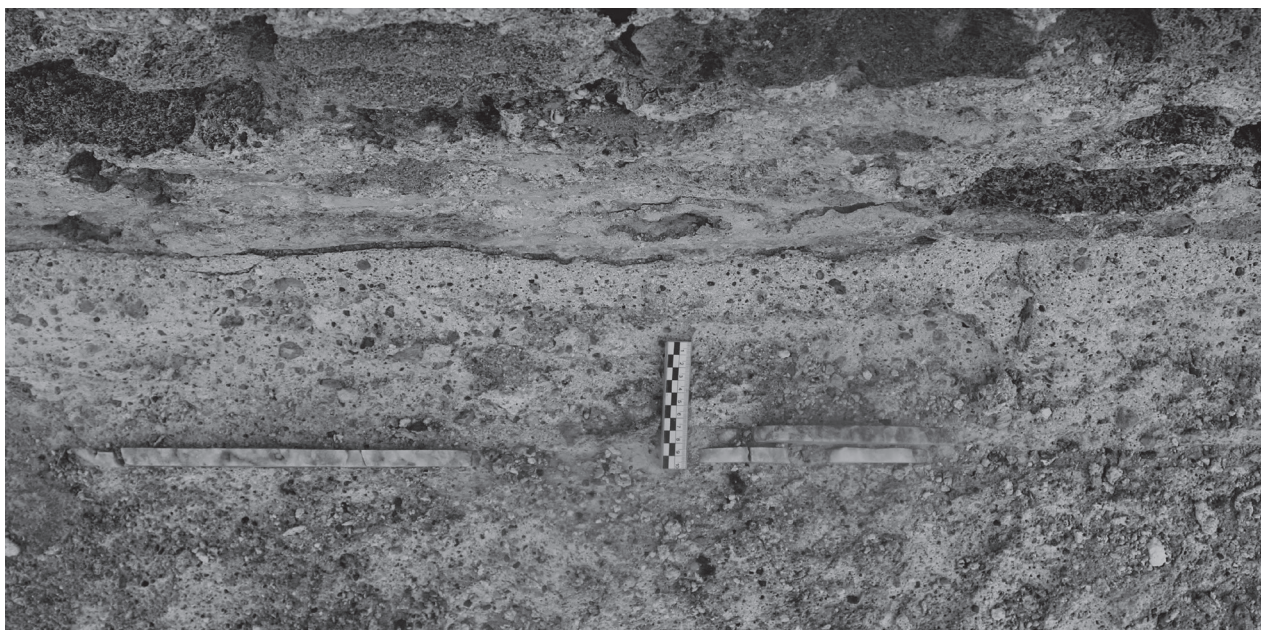


Fig. 4. Nora. Santuario di Esculapio. La preparazione in malta del rivestimento in *opus sectile* della cella (foto. S. Dilaria).

tre il rifacimento delle altre parti del santuario potrebb'essere più antico»¹⁸. Per approfondire la questione, è utile anche in questo caso la lettura del giornale di scavo di S. Busano, che riporta quanto segue: «Il giorno stesso 7-8-954 mattino si è recato sullo scavo il Sig. Soprintendente con il I assistente S. Soldati ed il disegnatore per controllare e portare a termine il rilievo dell'edificio a sud del Teatro estremo lembo <Tempio Punico>. Durante la ripulitura della navata, mescolato con calce e sabbia, è stato rinvenuto un piccolo bronzo con testa dell'Imperatore laureata a destra, D.N. COSTA<NTINUS>AUG. R»¹⁹. Tale cronaca, oltre a suggerire un'attribuzione della moneta all'epoca di Costantino II (337-340 d.C.)²⁰, ne pone il rinvenimento sulla superficie pavimentale due anni dopo la messa in luce della stessa: Busano fa riferimento all'attività di «ripulitura», che tipicamente corrispondeva all'azione di rimozione dell'ultimo strato di sedimento depositatosi sui piani pavimentali in antico o, come in questo caso, nel lungo periodo intercorso tra lo sterro e il rilievo; inoltre, va sottolineato come l'espressione «mescolato con calce e sabbia» non appaia riconducibile a un asporto del reperto monetale da una preparazione pavimentale compatta, quanto piuttosto a un recupero da una superficie corrotta. In questo senso la moneta va considerata con estrema prudenza in quanto potrebbe costituire tanto un *post quem* per la stesura o il restauro del *sectile*, quanto pure per le attività di spoliatura della pavimentazione. La lettura del giornale di scavo non induce invece a mettere in relazione il rinvenimento monetale con la realizzazione dei perimetri della cella, che, per quanto oggi noto, potrebbe non essere contestuale a quella del rivestimento marmoreo pavimentale e parietale (fig. 4).

Arturo Zara

3. Il campionamento e le analisi archeometriche delle malte

Gli otto campioni di malta qui presi in esame sono stati innanzitutto analizzati al microscopio ottico polarizzatore su preparati in sezione sottile a 30 µm, così da poterne descrivere i caratteri petrografico-mineralogici e tessiturali²¹.

¹⁸ PESCE 1957a, p. 85 = PESCE 1972², pp. 94-95.

¹⁹ Giornale di scavo del 7 agosto 1954 (MAZZARIOL, ZARA c.s., VII.D41, #48)

²⁰ Con tutte le dovute cautele del caso, sembrerebbe trattarsi di un *nummus/follis* di Costantino II riferibile agli anni 337-340 d.C., periodo in cui il figlio di Costantino fu Augusto. Si ringrazia sentitamente A. Stella (Università degli Studi di Padova, Dipartimento dei Beni Culturali) per il proficuo confronto sul tema.

²¹ L'apparato strumentale utilizzato è costituito da un microscopio ottico a luce polarizzata Leica DM750 P con fotocamera digitale integrata FLEXACAM C1, per mezzo della quale si sono effettuate acquisizioni di immagini utilizzando il software dedicato. La descrizione petro-



Fig. 5. Nora. Santuario di Esculapio. Pianta ricostruttiva con indicazione dei campioni di malta analizzati (rielaborazione da BONETTO, MARINELLO, ZARA 2020, fig. 1).

CAMPIONE	ELEMENTO STRUTTURALE	FASE
ESC_1	Preparazione dei gradini di accesso al pronao (US 4)	Prima metà III d.C.
ESC_10	Preparazione dell' <i>opus sectile</i> parietale della cella	Prima metà III d.C.
ESC_11	Stesura di allettamento perimetrale W della cella (interno)	Prima metà III d.C.
ESC_12	Stesura di allettamento perimetrale E della cella (interno)	Prima metà III d.C.
ESC_14	Stesura di allettamento transetto divisorio dell'abside della cella	Prima metà III d.C.
ESC_17	Stesura di allettamento perimetrale W della cella (esterno)	Prima metà III d.C.
ESC_18	Stesura di allettamento abside murario della cella (esterno)	Prima metà III d.C.
ESC_19	Stesura di allettamento perimetrale E della cella (esterno)	Prima metà III d.C.

Tab. 1. I campioni di malta del tempio di Esculapio presi in esame.

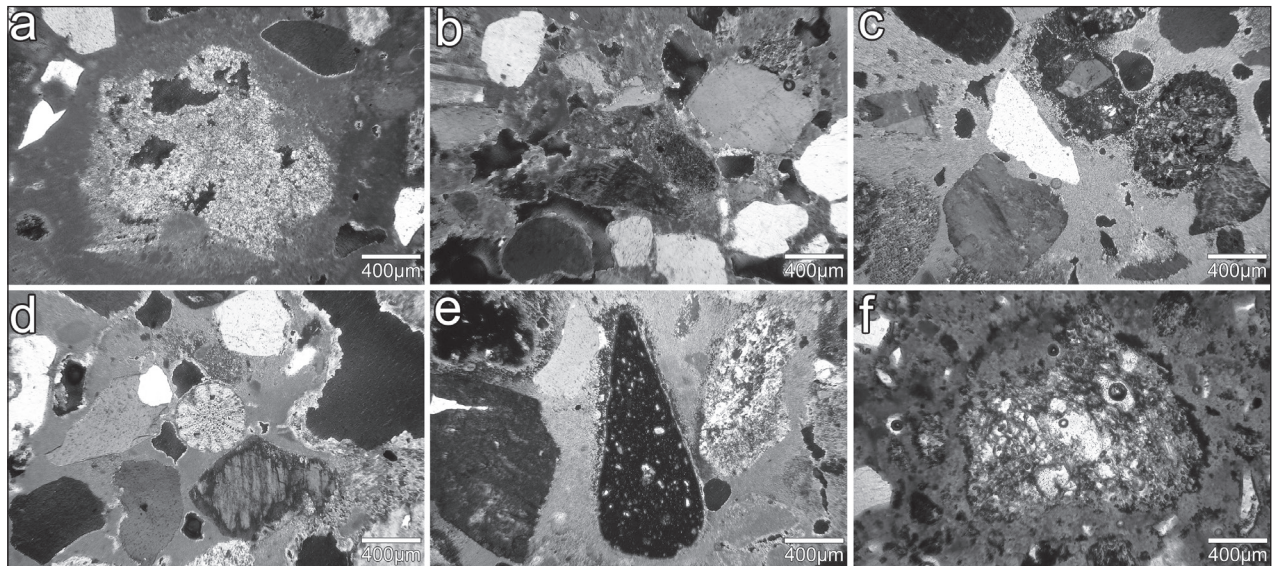


Fig. 6. Micrografie di dettaglio in microscopia ottica a luce trasmessa di alcuni campioni in analisi. a) ESC_11, relitto di calcare cristallino; b) ESC_11, aggregato costituito da granuli di quarzo e feldspati (principalmente plagioclasti); c) ESC_1, a dx, alcuni clasti di rocce vulcaniche con leggeri bordi di reazione con il legante; d) ESC_1, al centro, un bioclasto (echinoderma), in basso un k-feldspato alterato (ortoclasio); e) ESC_1, al centro un frammento fittile, a sx un clasto di arenaria quarzosa; f) ESC_10, un clasto grossolano di pomice vacuolare. Frammenti piroclastici micrometrici si possono riconoscere anche in matrice, contraddistinta da addensamenti a bassa birifrangenza per via della probabile diffusione di C-A-S-H.

Nello specifico, 7 di questi provengono da giunti in malta di legame di setti murari, di cui 6 dalla zona della cella (ESC_11, 12, 14, 17, 18, 19) e uno (ESC_1) dalla preparazione della scalinata di accesso al pronao. Infine, il campione ESC_10 proviene dallo strato di preparazione del *sectile* parietale della cella (fig. 5 e Tab. 1).

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

Da quanto osservato, i campioni ESC_11, 12, 14, 17, 18, 19 presentano le medesime caratteristiche composizionali e tessiturali. Si tratta di malte di calce aeree piuttosto “grasse”²² (proporzioni legante:aggregato di 1:1 circa, o addirittura superiori in ESC_17 e 18), costituite da un legante calcico micritico a struttura omogenea ma mal addensato. Numerosi e pluri-millimetrici sono infatti i calcinaroli di calce non miscelata e alcuni relitti incotti delle rocce sottoposte a calcinazione, tra cui si riconoscono calcari cristallini (fig. 6a) e frammenti di calcareniti (arenite tirreniana). L’aggregato è costituito da sabbie di provenienza locale²³, piuttosto classate e rientranti nel *range* delle sabbie medio-grosse (0.4-0.6 mm). Sotto il profilo petro-mineralogico, l’aggregato è rappresentato in maniera assolutamente prevalente da quarzo, con sporadiche quarziti metamorfosate, e subordinati clasti di plagioclasti e k-feldspati (principalmente ortoclasio/microclino), spesso alterati (fig. 6b)²⁴. In concentrazioni del tutto minoritarie vi sono anche rocce vulcaniche (dacite/andesite), frammenti fittili e clinopirosseni. La porosità in tutti questi campioni è piuttosto diffusa (14-20%).

I restanti due campioni presentano caratteristiche tessiturali e composizionali differenti.

ESC_1 è una malta di calce che si differenzia dal primo gruppo di campioni per alcuni peculiari aspetti. Il legante è carbonatico ed omogeneo, ma presenta una tessitura micritico-spartica leggermente zonata. Il composto ha un rapporto L:A di circa 1:1 simile a quello dei campioni precedenti, ma appare più adeguatamente miscelato se si considera la ridotta occorrenza di calcinaroli. Del tutto saltuari sono i relitti di calcinazione, tra cui si riconoscono clasti di calcarenite (arenite tirreniana). Anche in questo campione, l’aggregato è costituito prevalentemente da sabbie medio-grosse locali, principalmente composte da quarzo e sporadiche quarziti, con subordinata presenza di plagioclasti e k-feldspati (ortoclasio/microclino), spesso alterati. Diversamente dai precedenti campioni, in ESC_1

grafica è stata eseguita conformemente alle direttive nella norma UNI 11176: 2006 “Beni culturali: descrizione petrografica di una malta”. La stima delle percentuali di porosità e le proporzioni legante: aggregato sono state effettuate tramite analisi d’immagine su scansioni in luce trasmessa polarizzata delle sezioni sottili tramite il software Image-J (SCHNEIDER, RASBAND, ELICEIRI 2012).

²² Con miscele grasse si intendono composti con proporzioni legante:aggregato > 1:2 (GINOUVÉS, MARTIN 1985, p. 50 e nota 271).

²³ MELIS, COLUMBU 2003; COLUMBU 2018.

²⁴ COLUMBU, GARAU 2017, p. 243; SITZIA *et alii* 2021, pp. 2549-2551.

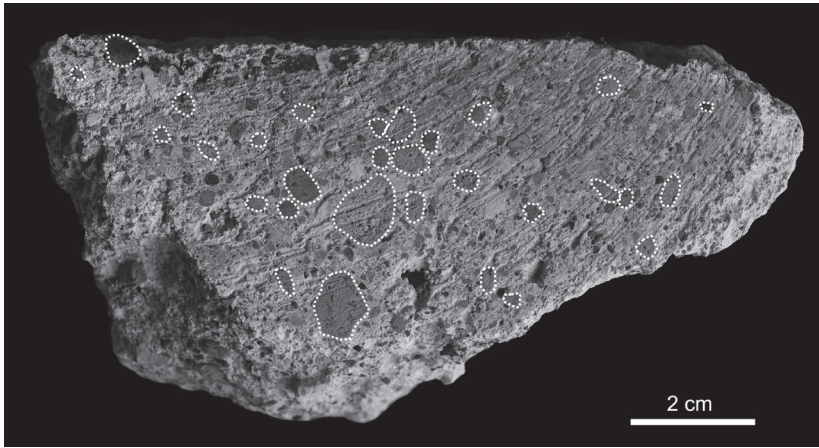


Fig. 7. Sezione petrografica del campione ESC_10, con evidenziati i più grossolani clasti di rocce vulcaniche piroclastiche d'aggregato.

sono piuttosto ricorrenti i clasti di rocce vulcaniche locali (daciti-andesiti) all'apparenza leggermente reagite con la calce (fig. 6c)²⁵, bioclasti, tra cui si riconoscono bivalvi (conchiglie) ed echinodermi (forse ricci di mare) (fig. 6d), ed alcuni frammenti di calcari fossiliferi, costituiti da calcareniti (arenite tirreniana) bioclastiche (con microfossili di alghe e rari gasteropodi, ostracodi e foraminiferi) e subordinati minerali silicici (quarzo-feldspati), legati da un cemento spatico. Infine, si individuano alcuni saltuari clasti di calcare cristallino (sparite), frammenti fittili e arenarie quarzose

(fig. 6e). In questo campione, si segnala inoltre la presenza di cristalli di calcite di neoformazione presso i pori, esito di una prolungata esposizione del materiale all'azione di agenti meteorici (percolazione di fluidi).

ESC_10 infine è una malta pozzolanica che si differenzia completamente da tutti i precedenti campioni. L'aggregato è infatti costituito essenzialmente da clasti di vetro vulcanico di provenienza verosimilmente allocatona, rappresentati prevalentemente da pomice dalla variabile distribuzione granulometrica: da clasti grossolani (fino a 1-1,5 cm) riconoscibili anche ad occhio nudo (fig. 7) fino a polvere micrometrica (< 10 µm). Tali clasti presentano avanzati fenomeni di reazione pozzolanica con il legante carbonatico (fig. 6f) che appare piuttosto disomogeneo, con addensamenti a bassa birifrangenza, verosimilmente imputabili alla diffusione locale di fasi idrauliche (C-A-S-H). Subordinati alle pomice sono anche alcuni clasti di tufo a matrice cineritica. Minoritaria è infine la componente sabbiosa dell'aggregato locale, anche in questo caso costituita sostanzialmente da clasti quarzoso-feldspatici e alcuni clinopirosseni.

Il campione ESC_10 è stato inoltre sottoposto ad indagine in microscopia ottica a scansione (SEM) con accoppiato sistema EDS²⁶ al fine di effettuare una preliminare mappatura geochemica dell'aggregato vulcanico reattivo utile a definirne la provenienza. Il profilo geochemico degli elementi maggiori riportato alla Tab. 2 è stato ottenuto sulla media di tre/cinque misurazioni puntuali EDS su aree sane (non reagite) di otto clasti di vetro vulcanico.

CAMPIONE	TIPO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
ESC_10	pomice	6.32	0.85	20.27	58.15	0.08	0.04	0.92	7.08	2.45	0.67	0.13	3.04
	pomice	5.72	0.7	19.21	59.25	0.03	0.12	0.88	7.24	3.73	0.66	s.l.r.	2.79
	pomice	5.23	1.10	19.22	56.97	0.03	0.03	1.15	8.19	3.83	0.49	s.l.r.	3.76
	tufo	4.89	0.49	18.88	59.96	0.01	0.01	0.54	8.67	4.3	0.78	s.l.r.	1.46
	pomice	6.71	0.57	19.58	61.38	0.02	0.01	0.94	6.84	2.21	0.37	0.11	1.27
	pomice	5.81	0.91	19.26	57.76	0.08	0.38	0.81	8.01	3.07	0.47	0.08	3.39
	pomice	6.35	1.07	19.47	57.76	s.l.r.	0.06	1.07	7.41	3.13	0.27	3.28	0.05
	pomice	7.01	0.67	21.97	56.71	s.l.r.	0.07	1.15	6.77	3.39	0.36	1.83	0.02

Tab. 2. Elementi chimici maggiori delle rocce piroclastiche (pomice e tufi) analizzate; s.l.r. = sotto il limite di rilevamento strumentale.

²⁵ Come osservato anche in COLUMBU, GARAU 2017, pp. 243-245.

²⁶ L'apparato strumentale utilizzato è costituito da un microscopio elettronico a scansione FEI Quanta 200 equipaggiato con spettroscopio a dispersione di energia modello EDAX Element-C2B.

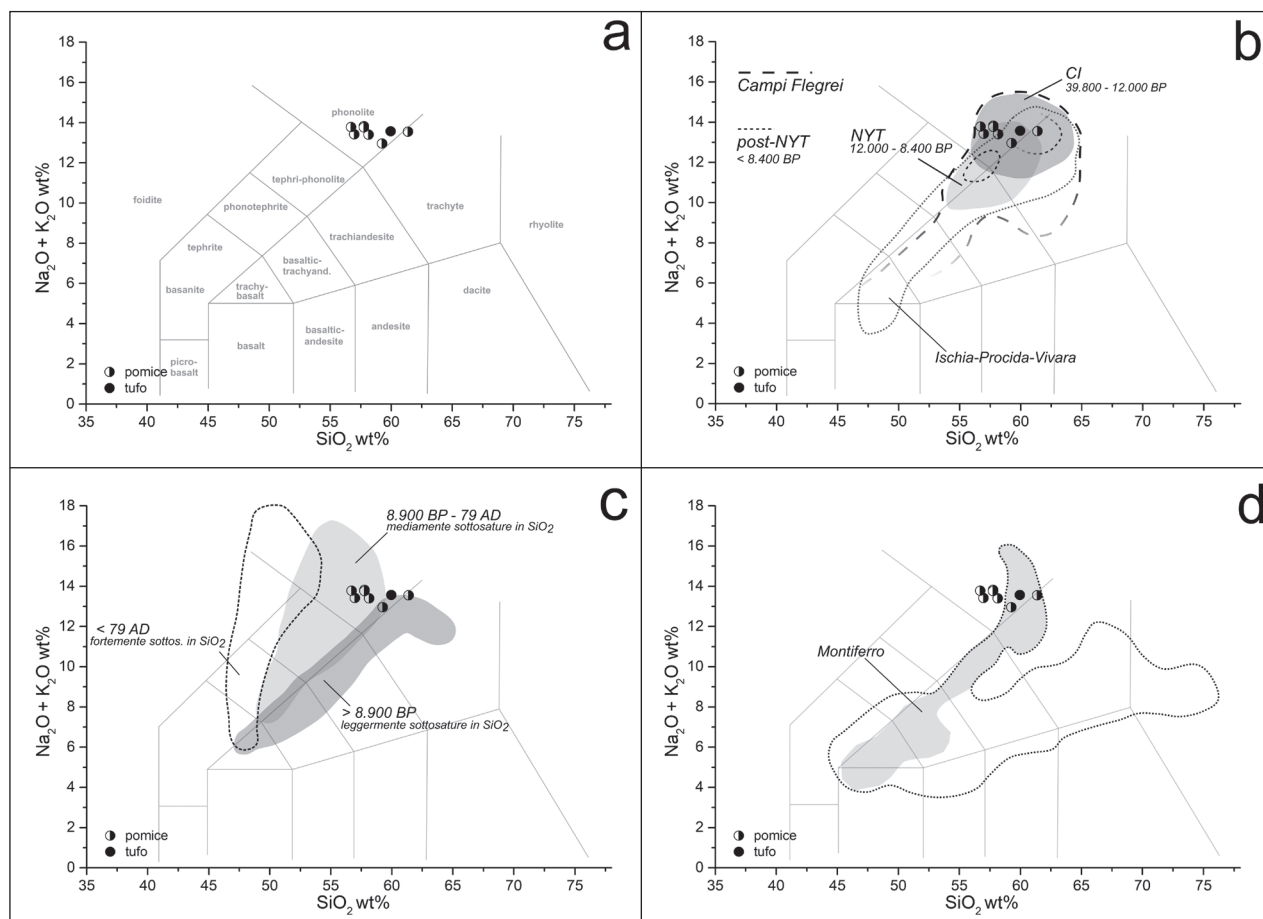


Fig. 8. Grafico TAS dei clasti piroclastici (pomice e tufo) del campione ESC_10. a) Distribuzione dei campioni in relazione al chimismo delle rocce vulcaniche in accordo a LE BAS *et alii* 1976); b) Distribuzione dei campioni in relazione ai prodotti flegrei delle fasi eruttive dell'Ignimbrite Campana (CI), Tufo Giallo Napoletano (NYT) e post-NYT (dati da PECCERILLO 2005, MORRA *et alii* 2010; MARRA *et alii* 2016); c) Distribuzione dei campioni in relazione alle tre principali facies eruttive di Somma-Vesuvio (dati da PECCERILLO 2005; MORRA *et alii* 2010); d) Distribuzione dei campioni in relazione ai prodotti vulcanici della provincia magmatica sarda (dati da PECCERILLO 2005; LUSTRINO, MELLUSO, MORRA 2007).

Da quanto osservato, sulla base del diagramma TAS (*Total Alkali-Silica*)²⁷, tutti i clasti analizzati (7 pomice ed 1 frammento di tufo) ricadono nei campi delle rocce a chimismo fonolitico e labilmente trachitico (fig. 8a), incompatibile con la maggior parte dei prodotti vulcanici della Sardegna (fig. 8d), generalmente poveri in elementi alcalini (Na, K), con labili coincidenze con alcune rocce fonolitiche del distretto di Montiferro (nord-ovest Sardegna)²⁸. I clasti del campione ESC_10 presentano invece un profilo geochimico pienamente compatibile con quello dei prodotti vulcanici campani²⁹, con specifico riferimento alle eruzioni dei Campi Flegrei dell'Ignimbrite Campana (CI, 39.800-12.000 BP), del Tufo Giallo Napoletano (NYT, 12.000-8.400 BP) e degli episodi eruttivi più tardi (post-NYT < 8.400 BP). Elementi di compatibilità si possono riscontrare anche con alcuni prodotti vulcanici di Ischia e Procida (fig. 8b) e di Somma-Vesuvio precedenti al 79 d.C. (fig. 8c). Le attività eruttive dei distretti magmatici campani appena menzionati, principalmente di tipo esplosivo (pliniane), videro l'emissione di prodotti piroclastici (pomice e tufo) aventi caratteristiche tessiturali analoghe a quelle dei clasti analizzati. Il profilo geochimico dei clasti del campione ESC_10 è invece incompatibile con quello dei prodotti vulcanici di altri distretti magmatici italiani prossimi all'area sarda, come quello di Pantelleria, delle Eolie e dei Colli Albani in Lazio.

Simone Dilaria

²⁷ LE BAS *et alii* 1986.

²⁸ PECCERILLO 2005, pp. 258-271; LUSTRINO, MELLUSO, MORRA 2007.

²⁹ PECCERILLO 2005, pp. 133-151; MORRA *et alii* 2010.

4. *Discussione e sintesi*

I risultati ottenuti grazie all'analisi archeometrica delle malte aeree e pozzolaniche del tempio di Esculapio, seppur preliminari, offrono diversi elementi di discussione e di confronto con quanto noto riguardo alle caratteristiche composizionali di questi geomateriali noti e studiati scientificamente per altri edifici norensi.

Di estremo interesse sono gli aggregati piroclastici presenti nel campione ESC_10, le cui caratteristiche tessiturali e geochemiche risultano totalmente differenti da quelle che contraddistinguono le pozzolane vulcaniche attestate a Nora nelle malte strutturali del teatro, descritte grazie a dettagliati studi analitici³⁰, così come forse anche delle Piccole Terme³¹. Esse sono costituite da ossidiane e perliti la cui provenienza è riconducibile agli affioramenti sardi di Monte Arci. Di contro, sotto il profilo geochemico e nei caratteri tessiturali, i clasti di pomice e tufo del campione ESC_10 risultano compatibili con gli aggregati piroclastici riscontrati negli strati di rivestimento di alcune cisterne norensi³².

Questo dato apre un'ulteriore finestra sulle modalità d'uso e sulle dinamiche commerciali di rocce vulcaniche pozzolaniche a Nora che ad oggi appare solo labilmente indagato e che necessita assolutamente di ulteriori e più approfondite indagini.

Le pozzolane presenti nel campione ESC_10, di provenienza verosimilmente campana, altro non sarebbero quindi che la prodigiosa *pulvis puteolana*, una particolare sabbia vulcanica che, secondo gli autori dell'antichità, come Vitruvio (II. 6. 1; V. 12. 2) e Plinio (XXXV. 165-166), si cavava nell'area attorno a Pozzuoli nei Campi Flegrei e che doveva essere utilizzata soprattutto per la costruzione di *pilae* in *opus caementicium* a mare. Agli antichi infatti erano empiricamente note le proprietà pozzolaniche di questo materiale vulcanico, tali da garantire caratteri di idrorepellenza e di elevata resistenza meccanica alle strutture cementizie dove erano impiegate. A Nora tali pozzolane sembrano invece trovare forme d'uso in frangenti del costruito differenti dall'edilizia propriamente marittima. Presso il Tempio di Esculapio, ad esempio, l'impiego che se ne fece sembra essere circoscritto esclusivamente alla preparazione di un rivestimento parietale. I motivi che spinsero i costruttori antichi a ricorrere in questo punto ad una malta pozzolanica non sono del tutto chiari, non dovendo essa svolgere alcuna funzione impermeabilizzante. La stesura venne quindi forse predisposta non tanto per garantire caratteristiche idrauliche alla preparazione, quanto allo scopo di assicurare un'ottima aderenza delle lastre parietali al supporto e di sgravare le murature portanti del peso del rivestimento in lastre dell'*opus sectile* parietale, sfruttando al massimo le intrinseche caratteristiche alveolari delle pomice stesse. Sarebbe questa una modalità costruttiva simile a quella più comunemente attestata, nell'edilizia monumentale di età imperiale, nella costruzione di volte in *opus caementicium*, spesso alleggerite aggiungendo agli impasti pomice e lave porose sotto forma di aggregati sub-millimetrici o come grossolani *caementa*³³.

Non è però da escludere che la totale differenza composizionale del campione ESC_10 rispetto agli altri analizzati nell'edificio non possa indicare un differente momento di realizzazione o in alternativa una successiva fase, nello stesso cantiere, del rivestimento parietale rispetto ai corpi murari della cella, aspetti che andranno sondati più nel dettaglio al prosieguo delle indagini. Considerando però anche che l'elemento piroclastico costituisce la componente assolutamente principale dell'aggregato della stesura preparatoria del *sectile* parietale, il rifornimento della materia prima pozzolanica nel cantiere costruttivo del tempio doveva essere certamente abbondante.

I restanti campioni provenienti dai perimetrali della cella templare si presentano tra loro composizionalmente alquanto simili. Questo dato permetterebbe di confermare la sostanziale unitarietà costruttiva di questa porzione dell'edificio. All'interno del progetto originario di costruzione sarebbe rientrato dunque anche il tramezzo divisorio intermedio della cella absidata³⁴, che risponderebbe a una logica di bipartizione dei vani di culto che affonda le radici in età preromana. Tale caratteristica architettonica, senz'altro connessa a funzioni rituali, è infatti ben attestata in Sardegna tanto in strutture sacre di età punica, quanto in edifici templari di età romana³⁵ e trova riscontro

³⁰ Da ultimo COLUMBU, GARAU, LUGLIÈ 2020.

³¹ SITZIA *et alii* 2021.

³² SECCO *et alii* 2020; BONETTO, DILARIA 2021, in part. pp. 514-515.

³³ LANCASTER 2005, pp. 51-67; LANCASTER 2011; LANCASTER 2015, pp. 19-38; MARRA *et alii* 2013; DILARIA *et alii* 2022.

³⁴ Di differente opinione è B.M. Giannattasio, che ascrive il tramezzo a una delle più tarde fasi di vita dell'edificio, ritenendo inoltre che il rapporto tra l'abside e la cella rimanga da chiarire (GIANNATTASIO 1993, p. 144, nt. 28).

³⁵ La bipartizione del penetrale è presente ad esempio nella fase di metà III sec. a.C. del tempio del cd. Mastio di Monte Sirai, come forse anche presso il cd. tempio di Demetra e Kore nell'area sacra di Su Muru Mannu a Tharros, già frequentata tra IV e III sec. a.C. e completamente ricostruita tra II e III sec. d.C. Bipartito è anche il penetrale del tempio del *Sardus Pater* ad Antas nella fase di III sec. d.C., mentre il tempio di piazza Santa Croce a Olbia (fine I sec. a.C.) era dotato di due accessi tra il pronao e la cella. Per l'ampia bibliografia sul tema della

a Nora sia nell'assetto bipartito del pronao del tempio del foro³⁶, sia pure nel duplice accesso al penetrale del Tempio romano³⁷. Con tutto ciò, non si esclude a priori che il setto murario che divide l'abside del tempio di Esculapio sia da riferire ad un circoscritto intervento di ristrutturazione di età tarda dell'edificio, ma, sulla base dei dati qui esposti, appare del tutto probabile una sua pertinenza alla medesima fase edilizia dei muri perimetrali della cella. Si ribadisce però come il rinvenimento monetale sopra citato (337-340 d.C.), sulla base dei dati a disposizione, non debba essere messo in relazione alla datazione delle strutture murarie quanto piuttosto a quella dei rivestimenti marmorei, di un eventuale loro restauro o addirittura di uno spoglio.

Per concludere, l'unico campione leggermente differente da questi ultimi è ESC_1, proveniente dalla preparazione della scalinata del pronao. Questo dato potrebbe mettere in luce il rifornimento progressivo di diversi lotti di sabbia locale e calce al procedere del cantiere di costruzione dell'edificio. Parrebbero quindi riconoscersi alcuni elementi per ricostruire le differenti fasi di avanzamento della costruzione, dalla realizzazione delle fondazioni e delle gradinate del podio, verso una seconda tappa che vide la messa in opera degli alzati e della cella; a conclusione di queste attività edilizie vanno infine ascritte le stesure dei rivestimenti pavimentali e parietali, per le quali però i dati attualmente disponibili non consentono di escluderne una pertinenza ad una fase successiva.

Simone Dilaria, Alessandra Marinello, Arturo Zara

bipartizione nell'architettura sacra della Sardegna romana, con rimandi ai contesti punici, si rimanda a TOMEI 2008, pp. 201-205 e a GHIOTTO 2004, pp. 41-42; cfr. PERRA 1999, p. 56.

³⁶ Sulla bipartizione del pronao del tempio del foro di Nora, si veda NOVELLO 2009, pp. 413-415.

³⁷ ZARA c.s.

Bibliografia

- ANGIOLILLO S. 1981, *Sardinia*, Mosaici antichi in Italia 1, Roma.
- BEJOR G. 2004, *Riscavo di uno scavo: la riscoperta di Nora tardoantica*, in DE ANGELIS V. (a cura di), *Sviluppi recenti nell'antichistica. Nuovi contributi*, Milano, pp. 1-21.
- BEJOR G. 2008, *Una città di Sardegna tra Antichità e Medio Evo: Nora*, in *Orientis radiata fulgore. La Sardegna nel contesto storico e culturale bizantino*, Atti del Convegno di Studi (Cagliari, 30 novembre - 1 dicembre 2007), a cura di L. Casula, A.M. Corda, A. Piras, Cagliari, pp. 95-113.
- 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.
- BONETTO J., MARINELLO A. 2017, *Il santuario di Eshmun/Esculapio. Campagna di scavi 2015*, in Quaderni Norensi, 6, pp. 145-152.
- BONETTO J., MARINELLO A. 2018a, *Il santuario di Esculapio*, in BONETTO J., BEJOR G., BONDÌ S.F., GIANNATTASIO B. M., GIUMAN M., TRONCHETTI C. (a cura di), *Nora. Pula*, Sassari, pp. 66-72.
- BONETTO J., MARINELLO A. 2018b, *Il santuario di Eshmun/Esculapio. Campagna di scavi 2016-2017*, in Quaderni Norensi, 7, pp. 121-134.
- BONETTO J., MARINELLO A., ZARA A. 2021, *Nuovi dati di scavo e vecchi documenti d'archivio. Il santuario di Esculapio e le più antiche presenze a Nora*, in BETTINESCHI C., BURIGANA L., MAGNINI L. (a cura di), *Traces of Complexity. Studi in onore di Armando De Guio / Studies in honour of Armando De Guio*, Mantova, pp. 193-222.
- COLUMBU S., GARAU, A.M. 2017, *Mineralogical, petrographic and chemical analysis of geomaterials used in the mortars of Roman Nora theatre (south Sardinia, Italy)*, in *Italian Journal of Geosciences*, 136, 2, pp. 238-262.
- COLUMBU S. 2018, *Petrographic and geochemical investigations on the volcanic rocks used in the Punic-Roman archaeological site of Nora (Sardinia, Italy)*, in *Environmental Earth Sciences*, 77, p. 577.
- COLUMBU S., GARAU A.M., LUGLIÈ 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 *et alii* 2022 = DILARIA S., SECCO M., RUBINICH M., BONETTO J., MIRIELLO D., BARCA D., ARTIOLI G. 2022, *High-performing mortar-based materials from the late imperial baths of Aquileia: An outstanding example of Roman building tradition in Northern Italy*, in *Geoarchaeology*, 37, pp. 637-657.
- GHIOTTO A.R. 2004, *L'architettura romana nelle città della Sardegna*, Roma.
- GIANNATTASIO B.M. 1993, *Nora II. Tre capitelli ionici a quattro facce, reimpiegati*, in Quaderni. Soprintendenza Archeologica per le province di Cagliari e Oristano, 10, pp. 141-149.
- GINOUVÈS R., MARTIN R. 1985, *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine. Tome I. Matériaux. techniques de construction, techniques et formes du décor*, Roma.
- LANCASTER L.C. 2005, *Concrete Vaulted Construction in Imperial Rome. Innovations in Context*, Cambridge.
- LANCASTER L.C. 2011, *The use of Lightweight Concrete in Roma. Cilicia and Tunisia*, in *Building Roma Aeterna: Current Research on Roman Mortar and Concrete*, Proceedings of the conference (Helsinki, 27-29/03/2008), a cura di Å. Ringbom, R.L. Hohlfelder, *Commentationes Humanarum Litterarum* 128, Helsinki, pp. 60-72.
- LANCASTER L.C. 2015, *Innovative Vaulting in the architecture of the Roman Empire. 1st to 4th Centuries CE*, Cambridge.
- 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 Geological Society of America. Special issue, 418, pp. 277-301.
- MARINELLO A., VOLPIN M. 2020, *Il santuario di Eshmun/Esculapio. Campagna di scavo 2018*, in Quaderni Norensi, 8, pp. 179-184.
- MARRA *et alii* 2013 = MARRA F., D’AMBROSIO E., SOTTILI G., VENTURA G. 2013, *Geochemical fingerprints of volcanic materials: Identification of a pumice trade route from Pompeii to Rome*, in Geological Society of America Bulletin, 125, 3-4, pp. 556-577.
- MARRA *et alii* 2016 = MARRA F., ANZIDEI M., BENINI A., D’AMBROSIO E., GAETA M., VENTURA G., CAVALLO A. 2016, *Petro-chemical features and source areas of volcanic aggregates used in ancient Roman maritime concretes*, in Journal of Volcanology and Geothermal Research, 328, pp. 59-69.
- MAZZARIOL A., ZARA A. c.s., *Nora. Storia delle ricerche e degli studi*, Roma.
- 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.
- MORRA *et alii* 2010 = MORRA V., CALCATERRA D., CAPPELLETTI P., COLELLA A., FEDELE L., DE’ GENNARO R., LANGELLA A., MERCURIO M., DE’ GENNARO M. 2010, *Urban geology: relationships between geological setting and architectural heritage of the Neapolitan area*, in BELTRANDO M., PECCERILLO A., MATTEI M., CONTICELLI C., DOGLIONI C. (a cura di) *Urban geology: relationships between geological setting and architectural heritage of the Neapolitan area* (= Journal of the Virtual Explorer, 36, 26), pp. 1-60.
- NOVELLO M. 2009, *Il tempio del foro*, in BONETTO J., GHIOTTO A.R., NOVELLO M. (a cura di), *Nora. Il foro romano. Storia di un’area urbana dall’età fenicia alla tarda antichità (1997-2006). Lo scavo*, Scavi di Nora I.I, Padova, pp. 375-453.
- PECCERILLO A. 2005, *Plio-Quaternary Volcanism in Italy: Petrology, Geochemistry*, Berlin.
- PERRA C. 1999, *Sulle origini dell’architettura templare fenicia e punica di Sardegna*, in RStudFen, XXVII, pp. 43-77.
- PESCE G. 1957, *Nora. Guida agli scavi*, Bologna.
- PESCE G. 1972², *Nora. Guida agli scavi*, Cagliari (I ed. 1957).
- SCHNEIDER C.A., RASBAND W.S., ELICEIRI K.W. 2012, *NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis*, in Nature Methods, 9, pp. 671-675.
- SECCO *et alii* 2020 = SECCO M., DILARIA S., BONETTO J., ADDIS A., TAMBURINI S., PRETO N., RICCI G., ARTIOLI G. 2020, *Technological transfers in the Mediterranean on the verge of the Romanization: insights from the waterproofing renders of Nora (Sardinia, Italy)*, in Journal of Cultural Heritage, 44, pp. 63-82.
- 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. 2544-2562.
- TOMEI D. 2008, *Gli edifici sacri della Sardegna romana: problemi di lettura e di interpretazione*, Ortacesus (SS).
- ZARA A. c.s., *Le fasi romane imperiali*, in BONETTO J., GHIOTTO A.R., ZARA A., *Nora. Il Tempio romano (2008-2014). I. Lo scavo*, Roma.

