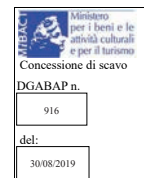
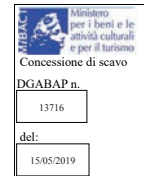


*Quaderni
Norensi*

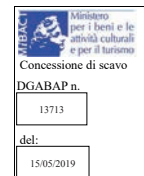
Università degli Studi di Padova
Dipartimento dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica
Piazza Capitanato 7 - 35139 Padova
Le attività sono state condotte in regime di concessione da parte del Ministero per i beni e le attività culturali e il turismo
rilasciata il 30/08/2019 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		» 113
Università degli Studi di Padova		
<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	» 223
Università degli Studi di Padova	
<i>Analisi archeometriche delle malte aeree e pozzolaniche del tempio di Esculapio. Risultati preliminari</i>	» 225
Simone Dilaria, Alessandra Marinello, Arturo Zara	
Ex base della Marina Militare	» 239
<i>L'area settentrionale - La necropoli fenicia e punica</i>	
Università degli Studi di Padova	
<i>La necropoli fenicia e punica di Nora: Saggi 1 e 4. Indagini 2021</i>	» 241
Jacopo Bonetto, Sara Balcon, Simone Berto, Eliana Bridi, Filippo Carraro, Simone Dilaria, Alessandro Mazzariol, Noemi Ruberti	
<i>Gli Athyrmata della necropoli occidentale: campagne di scavo 2018-2021</i>	» 273
Sara Balcon	
<i>I reperti odontoscheletrici umani dalle tombe a cremazione e a inumazione della necropoli fenicia e punica di Nora: note preliminari</i>	» 291
Melania Gigante, Noemi Ruberti	
<i>Roman trash in Punic tombs (Nora, Sardinia): the 2021 campaign</i>	» 305
Hanna Arndt, Baerbel Morstadt	
Ex base della Marina Militare	» 315
<i>L'area meridionale - abitato romano</i>	
Università degli Studi di Cagliari	
<i>Ex base della Marina Militare. Area Omega – Campagna di scavo 2021</i>	» 317
Romina Carboni, Emiliano Cruccas, Marco Giuman	
Lo spazio marino	» 327
<i>Progetto “Nora e il mare” 2.0: un nuovo approccio multidisciplinare per la ricostruzione dell’ambiente antico</i>	» 329
Jacopo Bonetto, Filippo Carraro, Maria Chiara Metelli	
Le attività di rilievo	» 333
<i>Analisi e rilievo dei monumenti: il teatro</i>	» 335
Caterina Previato, Luca Doria, Chiara Giroto	
<i>Il rilievo 3D fotogrammetrico dell’edificio a est del foro</i>	» 343
Simone Berto	

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

Il progetto e-archeo.

Nuove ricostruzioni virtuali per la fruizione e la valorizzazione di Nora

Jacopo Bonetto, Raffaele Carlani, Arturo Zara

Abstract

Dopo la fortunata esperienza del *Nora Virtual Tour*, una visita guidata in realtà virtuale del sito archeologico, l'Università di Padova, nell'ambito del più ampio progetto *e-archeo* finanziato da Ales s.p.a., ha sviluppato un nuovo *tour virtuale* del sito archeologico, fruibile mediante la *web-app e-archeo 3D*. Il progetto ha visto la realizzazione di nuovi modelli tridimensionali dei monumenti antichi mediante una rigorosa validazione del processo ricostruttivo, la costruzione di uno *storytelling* utile a veicolare con linguaggio accessibile i principali risultati della ricerca scientifica e la pubblicazione delle fonti informative in forma di *open data* nel repository *Zenodo*.

After the successful experience of the Nora Virtual Tour, a virtual reality guided tour of the archaeological site, the University of Padua, as part of the e-archeo project by Ales s.p.a., has developed a new virtual tour of the archaeological site, which can be accessed through the web-app e-archaeo 3D. In the project, new 3D models of the ancient monuments were built, through a rigorous validation of the reconstructive process, the composition of a storytelling useful to explain the main results of the scientific research in explicit language, and the publication of the information sources as open data in the repository Zenodo.

1. Introduzione

A partire da circa un decennio l'Università degli Studi di Padova ha affiancato alle abituali attività di ricerca e didattica condotte a Nora tutta una serie di impegni che vengono comunemente definiti di Terza Missione e che costituiscono ormai il *third pillar* su cui poggia l'intero sistema universitario europeo.

Le ricerche sul campo, le analisi in biblioteca e in laboratorio e le molte attività didattiche non sono più state considerate come gli unici obiettivi quotidianamente perseguiti e conseguiti: imprescindibile è risultata sempre più la comunicazione al grande pubblico dei risultati scientifici e delle molte novità storiche e archeologiche, che ininterrottamente derivano dal lavoro degli operatori della cultura a Nora¹.

Queste attività, un tempo considerate secondarie, hanno trovato spazio sempre più ampio nell'ambito del pluri-decennale progetto che l'Ateneo veneto conduce a Nora, assieme alla Soprintendenza cagliaritano e agli altri Atenei operanti nella città antica, e si è manifestata con azioni di trasferimento delle conoscenze acquisite mediante lo scavo verso le diverse comunità di cittadini, di soggetti in età scolare, di turisti. Gli impegni in questo campo hanno assunto diverse configurazioni, quali conferenze, *open days*, coinvolgimento delle scuole, pubblicazioni divulgative, la gestione di un sito *web* (www.nora.it), la collaborazione nell'allestimento delle sedi museali di Pula e Cagliari e molto altro ancora.

Particolare enfasi hanno assunto negli anni la rassegna culturale *Pularchaios* o le annuali aperture dei cantieri archeologici; questi fanno da *pendant* a prodotti editoriali specificamente destinati ad avere una diffusione al di fuori del mondo accademico, come avvenuto in occasione della redazione della nuova edizione della Guida

¹ Si legga in questo senso già SAVIO 2017.

archeologica distribuita da *Carlo Delfino editore* in tutti i principali *bookshop* della Sardegna². Allo stesso modo, interventi di restauro conservativo, quali quelli presso il foro³ o il Tempio romano⁴, se da una parte sono mirati alla conservazione del patrimonio archeologico riportato alla luce, dall'altra sono destinati a rendere sempre più comprensibile la città antica ai visitatori, ponendo l'accento sui più recenti esiti della ricerca archeologica.

Alla luce di questo impegno crescente profuso a Nora dal Dipartimento dei Beni culturali nel secondo decennio del XXI secolo, l'Università di Padova ha selezionato il "Progetto Nora" come una delle 16 attività di maggiore rilevanza da sottoporre alla valutazione nazionale della qualità della ricerca e della Terza Missione per gli anni 2015-2019, operata dall'Agenzia Nazionale di Valutazione della Ricerca. I recenti (maggio 2022) esiti del processo di valutazione nazionale hanno premiato la scelta e l'impegno profuso classificando il Progetto nella Classe "Eccellenza" (B) e riconoscendo pertanto a questo impegno valore nazionale e istituzionale di primario livello.

Jacopo Bonetto

2. Il progetto Nora Virtual Tour

Nel corso degli anni passati le forme della divulgazione e del trasferimento di conoscenze si sono molto evolute. Dalle prime esperienze di comunicazione diretta ed editoriale, le modalità di comunicazione si sono necessariamente sviluppate ed è apparso imperativo l'impiego delle nuove tecnologie, oltre che come supporto alla ricerca, quale mezzo per illustrare quanto noto della città antica a chi non è specialista della materia. Le ricostruzioni tridimensionali, da molti anni utilizzate per rendere i volumi, l'articolazione e le funzioni dei monumenti oggi conservati solo in minima parte o non più visibili ai fruitori del parco archeologico, sono state proposte sia nelle ormai tradizionali versioni a stampa, sia pure, con risultati d'eccellenza, utilizzando dispositivi mobili per la realtà virtuale. Tra il 2014 e il 2016 è stato così sviluppato il *Nora Virtual Tour*, realtà consolidata di visita del parco archeologico. Questo progetto aveva garantito che, all'affidabilità scientifica delle ricostruzioni proposte, fosse associata l'immersività grazie al notevole fotorealismo delle stesse e soprattutto dalla fruizione dei modelli tridimensionali mediante i visori VR⁵. Gli utenti del *Nora Virtual Tour*, in particolare quando lo strumento è stato utilizzato all'interno del parco archeologico, hanno regolarmente manifestato entusiasmo per l'esperienza e contemporaneamente apprezzamento per i risultati delle ricerche, resi intellegibili grazie all'utilizzo di mezzi innovativi che fanno leva su un linguaggio diretto, quello delle immagini, e più in generale sull'esperienza sensoriale coinvolgente della realtà virtuale⁶.

La visita virtuale di Nora, praticata sia *on-site* sia pure *off-site*, si è rivelata senz'altro un metodo efficace per cogliere il duplice obiettivo di coinvolgere i fruitori del parco archeologico nelle attività di ricerca degli Atenei e di comunicarne gli esiti scientifici in maniera fattiva. Allo stesso modo, non trascurabile è il ritorno garantito dal successo del *tour* virtuale sugli organi di stampa: nessuna iniziativa scientifica o divulgativa promossa dalle Università attive a Nora in trent'anni ha mai avuto tanta eco sui *media* locali e nazionali⁷, con il conseguente interessamento di enti aperti a possibili ulteriori collaborazioni, *in primis* il Polo Museale della Sardegna (oggi Direzione Regionale Musei Sardegna), con il quale è stato realizzato un *virtual tour* destinato a potenziale gli apparati multimediali del Museo Nazionale di Cagliari e di alcuni siti quali il Compendio Garibaldino o l'area archeologica delle Terme centrali di Porto Torres.

Arturo Zara

² BONETTO *et alii* 2018.

³ BONETTO *et alii* 2009a; BONETTO *et alii* 2009b.

⁴ BERTO, ZARA 2016; BONETTO, DE MARCO, ZARA 2017.

⁵ BONETTO, ZARA 2017; BONETTO, ZARA 2018a.

⁶ BONETTO, ZARA 2018b.

⁷ Si vedano, ad esempio, gli articoli sul *magazine* regionale *S&H* (MARINI 2019) o sul mensile nazionale di divulgazione scientifica *Focus* (TARTAMELLA 2018, p. 123).



Fig. 1. Ricostruzione del vano VIII dell'edificio a est del foro (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux).

3. Il progetto e-archeo

Tali presupposti hanno indirizzato negli ultimi due anni l'Università di Padova a sviluppare ulteriormente i progetti volti alla ricostruzione tridimensionale di Nora e hanno trovato un nuovo esito nel grande progetto *e-archeo*, finanziato, come già *Nora Virtual Tour*, dal MIC tramite Ales s.p.a., impegnata nel supporto alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio culturale nazionale.

Il progetto *e-archeo* si è sviluppato tra il 2020 e il 2022 e ha coinvolto otto grandi parchi archeologici italiani – oltre a Nora, Sirmione-Desenzano, Marzabotto, Alba Fucens, Cerveteri, Egnazia, Velia e Sibari. In forma coordinata il progetto ha portato alla realizzazione di una serie articolata di prodotti, tra cui, in primo luogo, va segnalato il sito (<https://www.e-archeo.it/>) dedicato all'intero progetto e in grado di fornire una visione globale dell'impegno del MIC e di Ales sullo scenario nazionale della valorizzazione digitale.

L'articolata *équipe* è stata coordinata dal CNR-ISPC (Centro Nazionale per le Ricerche - Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale) che ha gestito lo sviluppo della piattaforma *web*, oltre ad assegnare le linee guida per la realizzazione dei contenuti, frutto del lavoro congiunto tra le *digital agency*, che hanno ricevuto l'incarico di eseguire i modelli 3D, e gli Atenei, tra cui quello patavino, che hanno fornito le fonti informative e il proprio *know-how* scientifico determinato dai molti anni di ricerca presso i siti interessati dal progetto⁸.

Nel caso di Nora, forti delle elaborazioni pregresse, oggetto di ricostruzione è stato l'intero paesaggio della penisola in età romana, con lo sviluppo di otto monumenti ad alto livello di dettaglio: Progetto Katatexilux ha ricostruito *ex novo*, sulla base dei più recenti dati di scavo dell'Università di Padova, l'edificio a est del foro (fig. 1) e il santuario di Esculapio (fig. 2), mentre la piazza lastricata alle pendici settentrionali del colle di Tanit deriva dalle ricerche dell'Università di Cagliari⁹ (fig. 3); frutto di un *re-texturing* integrale di precedenti modelli realizzati da Ikon s.r.l. per il precedente *Nora Virtual Tour* sono le ricostruzioni del complesso forense, del teatro, del Tempio romano, della casa dell'Atrio tetrastilo, delle Terme a mare, oltre che

⁸ Si coglie qui l'occasione per ringraziare il Comitato di Direzione del progetto, in particolare Carolina Botti (Ales s.p.a.), Eva Pietroni (CNR-ISPC) e Francesca Ghedini (Università degli Studi di Padova). Un ringraziamento per il costante lavoro di coordinamento del progetto esecutivo va anche a Sofia Menconero (Università di Roma - Sapienza).

⁹ Si coglie l'occasione per esprimere gratitudine a M. Giuman, R. Carboni, E. Cruccas e L. Lanteri per il modello fotogrammetrico della piazza e le puntuali consulenze sulle fonti della ricostruzione.



Fig. 2. Ricostruzione dell'interno della cella del tempio di Esculapio (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux).



Fig. 3. Ricostruzione della piazza lastricata con fontane alle pendici settentrionali del colle di Tanit (elaborazione Università degli Studi di Padova - Università degli Studi di Cagliari - Progetto Katatexilux).

il modello a medio livello di dettaglio dell'intero abitato medioimperiale, aggiornato anche in questo caso a seguito degli scavi degli ultimi anni (fig. 4). Dato il fruttuoso evolversi delle ricerche dell'Ateneo patavino, si è inoltre ritenuto opportuno ricostruire il paesaggio necropolare di età fenicia e punica (fig. 5), con un *focus* su una delle tombe a camera ipogea (fig. 6).

Al termine delle attività di ricostruzione sono risultati disponibili alcuni prodotti di primaria importanza per la fruizione pubblica.



Fig. 4. Ricostruzione del paesaggio norense di età medio-imperiale (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux).



Fig. 5. Ricostruzione del paesaggio necropolare di età punica, in cui risultano rispettate alcune delle sepolture fenicie (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux).

Lo strumento di più immediato impiego per i visitatori o per quanti vogliono acquisire informazioni sulla città antica è la *web-app*¹⁰, denominata *e-archeo 3D* e strutturata in *tour* virtuali a 360° delle ricostruzioni tridimensionali dei centri antichi interessati, ad alto contenuto scientifico e con elevato livello di accessibilità per gli utenti¹¹ (fig. 7).

Navigando una planimetria della città antica, è possibile accedere ai monumenti mediante appositi *hotpsot*,

¹⁰ <https://3d.e-archeo.it>

¹¹ La *web-app*, sviluppata da 3D Research s.r.l., si basa sull'*open-source framework* ATON realizzato dal CNR-ISPC (FANINI *et alii* 2021).



Fig. 6. Spaccato ricostruttivo della necropoli a camera ipogea di età punica (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux).



Fig. 7. Homepage della web-app e-archeo 3D, da cui è possibile accedere ai vari siti archeologici oggetto di ricostruzioni.

che attivano il *viewer* delle tre immagini equirettangolari ricostruttive panoramiche con risoluzione 16K (fig. 8). Ogni pannello dei diversi monumenti è associato a una pianta del complesso attraverso la quale l'utente è in grado di spostarsi da una vista all'altra. Ogni vista ricostruttiva è introdotta da una foto panoramica equirettangolare dei luoghi allo stato attuale¹², scattata dal medesimo punto di presa della camera da cui è stato prodotto il *render*: in tal modo, il visitatore virtuale è agevolato nella navigazione e nella comprensione dei modelli, che vengono così confrontati con l'odierno stato del monumento e risultano meglio contestualizzabili nello spazio (fig. 9). Per arricchire ulteriormente il supporto informativo garantito all'utente del *tour virtuale* per ogni vista sono stati realizzati testi descrittivi, di cui la *web-app* permette anche di ascoltare una lettura eseguita da uno *speaker* professio-

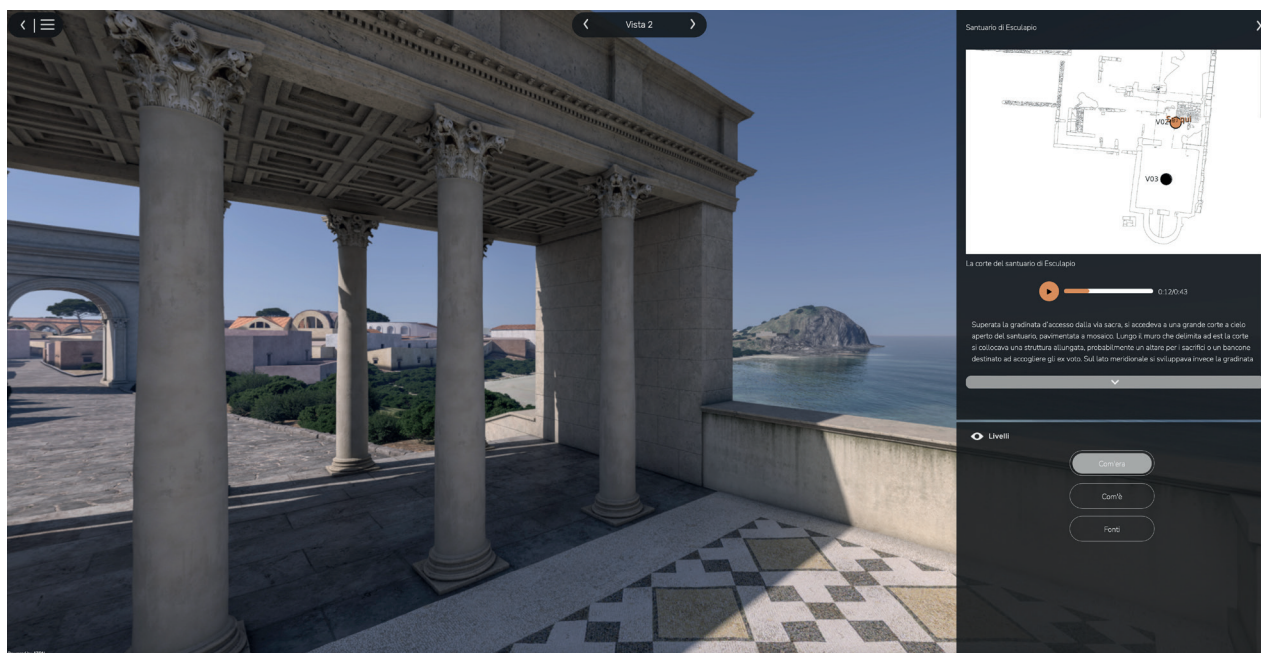


Fig. 8. Vista ricostruttiva della corte del santuario di Esculapio (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux); sulla destra il *menu* della *web-app*, con mappa per la navigazione e testo descrittivo.

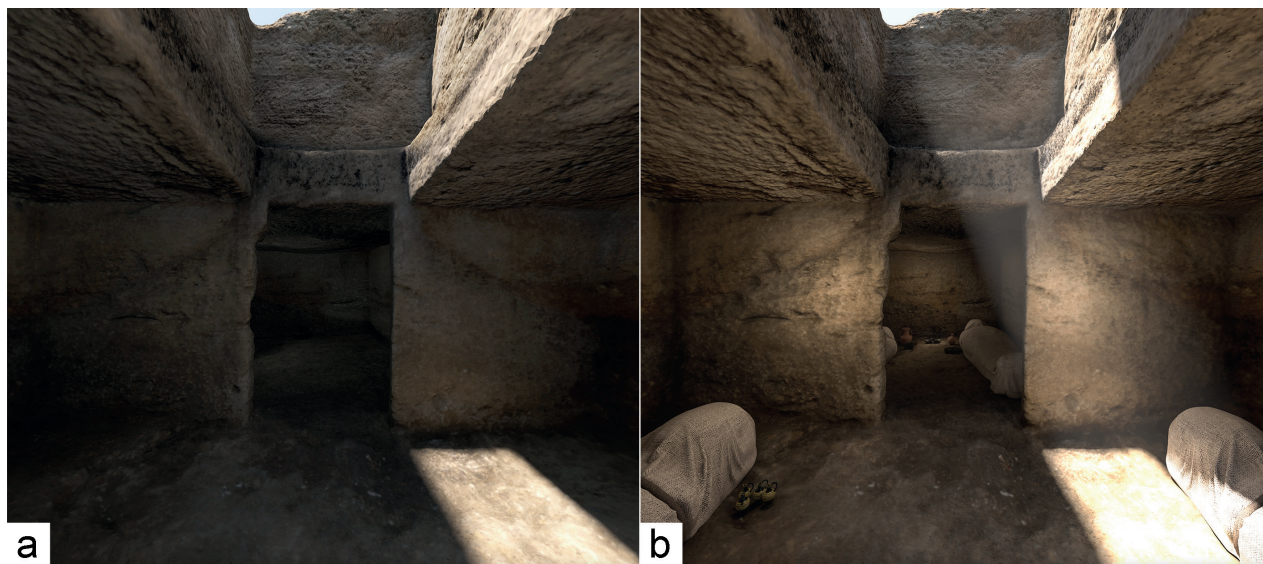


Fig. 9. a) *Render* del rilievo fotogrammetrico della Tomba 1 della necropoli punica (rilievo S. Berto, elaborazione Progetto Katatexilux); b) ricostruzione dell'interno della Tomba 1, in cui si sono ricollocate le salme dei defunti, con i relativi corredi (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux).

¹² Per l'acquisizione delle foto panoramiche equirettangolari dei monumenti, si ringrazia F. Condorelli. Si precisa che le foto aeree del sito si devono invece a G. Alvito (Teravista, CA), al quale si esprime riconoscenza per i molti anni di fattiva collaborazione.



Fig. 10. Mappatura semantica dei livelli di affidabilità nella ricostruzione del vano VII dell'edificio a est del foro (elaborazione Università degli Studi di Padova - Progetto Katatexilux); sulla destra il *menu* della *web-app*, con la galleria delle fonti informative impiegate.

nista: il lavoro di *storytelling*, volto a veicolare con linguaggio accessibile gli aspetti peculiari delle ricostruzioni, contribuisce ad aumentare l'interesse del visitatore virtuale, consentendo l'integrazione di un'esperienza visiva accattivante con l'apprendimento di nozioni scientificamente solide, ma comunicate secondo parametri adeguati all'utenza.

Tra i punti cardine del progetto sta infatti l'intento di comunicare il processo di validazione della ricostruzione tridimensionale, attuato secondo criteri sistematici. Per raggiungere tale obiettivo, si è scelto di adeguarsi alla linea di ricerca sviluppata negli ultimi anni dal CNR-ISPC, ormai saldamente formalizzata nel metodo dell'*extended matrix*¹³, mirato a documentare ed esplicitare il processo ricostruttivo, reso in questo modo verificabile e replicabile. Per ogni monumento e relativo panorama circostante ricostruiti è stata dunque realizzata una mappatura semantica attestante i livelli di affidabilità del modello, le fonti impiegate, gli eventuali elementi comparativi sfruttati e i processi interpretativi dai quali è derivato il modello 3D. L'utente del *tour virtuale* può accedere a tale mappatura navigando l'immagine equirettangolare nella quale, grazie alla realizzazione di apposite maschere, gli elementi significativi del modello, al passaggio del cursore, vengono campiti con cromatismi che palesano i livelli di affidabilità su cui è basato il lavoro di ricostruzione e le relative fonti (fig. 10).

Infine, seguendo una politica *open-access*, tutti i contenuti digitali prodotti nell'ambito del progetto, oltre ad essere fruibili nella *web-app*, sono stati pubblicati *online* nell'archivio Zenodo¹⁴, nella forma di *open data* utili a sostenere e agevolare auspicabili attività di ricerca destinate alla ricostruzione virtuale dell'antica Nora: ogni *dataset* messo a disposizione della comunità scientifica è stato in questo modo dotato di un DOI, che ne garantisce l'identificazione permanente e univoca e conseguentemente ne implica la citazione da parte dei futuri fruitori (tab. 1).

La *web-app e-archeo 3D* si configura principalmente come strumento di visita virtuale *off-site*, destinato a far conoscere Nora e gli altri siti ricostruiti a un ampio pubblico che si auspica possa essere in questo modo incentivato alla visita reale, che in alcun caso può considerarsi alternativa a quella virtuale.

Va comunque precisato che le viste equirettangolari prodotte nell'ambito di questo progetto possono essere visualizzate mediante dispositivi mobili per la realtà virtuale e aumentata (visori VR e AR) e potranno dunque andare ad integrare e aggiornare il *virtual tour* già esistente.

¹³ DEMETRESCU 2015; DEMETRESCU *et alii* 2016; DEMETRESCU, FANINI 2017; DEMETRESCU 2018; FANINI, DEMETRESCU 2019; FERDANI *et alii* 2019; DEMETRESCU, FERDANI 2021. Per l'applicazione del metodo di analisi e validazione del processo ricostruttivo basato sull'*extended matrix* al caso del tempio del foro di Nora, si veda BERTO *et alii* 2021.

¹⁴ PETERS *et alii* 2017.

DATASET	AUTORI	DATA DI PUBBLICAZIONE	DOI
Rilievo digitale del santuario di Esculapio di Nora	Zara A.; Bonetto J.; Achilli V.; Boatto G.; Fabris M.; Menin A.; Favaretto S.; Targa G.; Marinello A.; Volpin M.; Berto S.; Condorelli F.	16/2/2022	10.5281/zenodo.6105604
Storytelling del santuario di Esculapio di Nora	Zara A.; Carlan R.	17/2/2022	10.5281/zenodo.6120285
Ricostruzione digitale del santuario di Esculapio di Nora	Zara A.; Bonetto J.; Marinello A.; Carlan R.	25/2/2022	10.5281/zenodo.6278122
Rilievo digitale dell'edificio a est del foro di Nora	Zara A.; Bonetto J.; Monego M.; Achilli V.; Menin A.; Stella Mosimann F.; Ferrarese A.; Volpin M.; Berto S.; Condorelli F.	17/2/2022	10.5281/zenodo.6122753
Storytelling dell'edificio a est del foro di Nora	Zara A.; Stella Mosimann F.; Carlan R.	17/2/2022	10.5281/zenodo.6123296
Ricostruzione digitale dell'edificio a est del foro di Nora	Zara A.; Bonetto J.; Stella Mosimann F.; Carlan R.	28/2/2022	10.5281/zenodo.6303206
Rilievo digitale della necropoli fenicia e punica nord-occidentale di Nora	Zara A.; Bonetto J.; Mazzariol A.; Berto S.; Carraro F.; Monego M.; Achilli V.; Menin A.; Condorelli F.; Carlan R.	23/2/2022	10.5281/zenodo.6241665
Storytelling della necropoli fenicia e punica nord-occidentale di Nora	Zara A.; Mazzariol A.; Carlan R.	18/2/2022	10.5281/zenodo.6137096
Ricostruzione digitale della necropoli fenicia e punica nord-occidentale di Nora	Zara A.; Bonetto J.; Mazzariol A.; Carlan R.	28/2/2022	10.5281/zenodo.6304608
Rilievo digitale della piazza lastricata del suburbio di Nora	Lanteri L.; Carboni R.; Cruccas E.; Giuman M.	3/3/2022	10.5281/zenodo.6322899
Storytelling della piazza lastricata del suburbio di Nora	Zara A.; Carboni R.; Cruccas E.; Giuman M.	2/3/2022	10.5281/zenodo.6322901
Ricostruzione digitale della piazza del suburbio di Nora	Zara A.; Bonetto J.; Carboni R.; Cruccas E.; Giuman M.; Lanteri L.; Carlan R.	3/3/2022	10.5281/zenodo.6324932

Tab. 1. Elenco dei *dataset* pubblicati su *Zenodo* nell'ambito delle attività di rilievo, ricostruzione tridimensionale e storytelling di Nora, pertinenti al progetto *e-archeo*.

A questo proposito va fatto cenno all'esperienza del 2016 che, nell'ambito del *Nora Virtual Tour*, aveva portato all'allestimento di un sistema di visita virtuale della città antica con visori immersivi, utilizzati per un breve periodo da parte degli operatori attivi nella gestione del sito archeologico. Tuttavia va notato che quell'esperienza, sostenuta dal Comune di Pula, non riuscì a superare il livello sperimentale e occasionale e fu presto archiviato per problemi gestionali, nonostante l'ottimo successo di pubblico. È naturalmente auspicabile che la nuova stagione aperta dall'entrata in scena della *Fondazione Pula cultura diffusa* possa offrire ai sistemi digitali di fruizione del sito ben diversa sistematicità ed efficacia per promuovere più che nel passato un quadro storico-archeologico assolutamente eccezionale per la Sardegna e per il Mediterraneo.

Nora, pur nella sua eccezionalità dello stato di conservazione, richiede impegno e strumenti per essere un sito compreso a fondo, perché spesso i resti appaiono muti al visitatore, che ha il pieno diritto di vedere l'archiviata comprensione degli studiosi trasformarsi in comprensibilità da parte del fruitore, anche attraverso l'illustrazione dei reali caratteri architettonici del sito, ora ricostruiti, inserendoli nel suo quadro paleoambientale e nelle sue vicende storiche.

Solo così riusciremo a far uscire Nora (e il mondo antico) da quell'aura romantica di "bel luogo di rovine", utilizzato troppo spesso come vetrina per interviste di politici, o come sfondo di cartolina per coppie di sposi desiderosi della foto-ricordo. Nora e i siti archeologici devono invece sfruttare le straordinarie rivoluzioni comunicative e tecnologiche di cui siamo partecipi per diventare il vero luogo di scoperta della realtà storica mediterranea ed europea che può dare senso al nostro presente e al nostro futuro.

Con queste speranze riteniamo che il recente sviluppo di nuovi modelli 3D delle evidenze archeologiche della città antica sia contemporaneamente strumento imprescindibile per approfondire la ricerca sul campo e soprattutto per trasmettere al pubblico non specialista l'immagine e il senso della storia del territorio.

Jacopo Bonetto, Raffaele Carlani, Arturo Zara

Bibliografia

- BERTO *et alii* 2021 = BERTO S., DEMETRESCU E., FANINI B., BONETTO J., SALEMI G. 2021, *Analysis and Validation of the 3D Reconstructive Process through the Extended Matrix Framework of the Temple of the Roman Forum of Nora (Sardinia, CA)*, in *Environmental Sciences Proceedings*, 10, 18 [10 pp.], doi: 10.3390/envirosci-proc2021010018.
- BERTO S., ZARA A. 2016, *Il Tempio romano di Nora: dallo scavo alla valorizzazione*, in *Nora Antiqua*, Atti del convegno di studi (Cagliari, 3-4 ottobre 2014), a cura di S. Angiolillo, M. Giuman, R. Carboni, E. Crucas, Perugia, pp. 211-218.
- BONETTO J., DE MARCO V., ZARA A. 2017, *Il Tempio romano. L'intervento di consolidamento strutturale e di valorizzazione*, in *Quaderni Norensi*, 6, pp. 221-224.
- BONETTO *et alii* 2009a = BONETTO J., DE MARCO V., MODENA C., VALLUZZI M.R. 2009, *Dallo scavo alla fruizione: il consolidamento strutturale e la valorizzazione dell'area del foro*, in BONETTO J., GHIOTTO A.R., NOVELLO M., *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda Antichità*, I. *Lo scavo*, a cura di J. Bonetto, Padova, pp. 455-470.
- BONETTO *et alii* 2009b = BONETTO J., DE MARCO V., MODENA C., VALLUZZI M.R. 2009, *Un restauro per l'antica città di Nora*, in *Galileo*, XXI, 188, pp. 22-25.
- BONETTO *et alii* 2018 = BONETTO J., BEJOR G., BONDÌ S. F., GIANNATTASIO B. M., GIUMAN M., TRONCHETTI C. 2018 (a cura di), *Nora. Pula*, Sassari.
- BONETTO J., ZARA A. 2017, *The Nora Virtual Tour: an immersive visit in the ancient city*, in *Archeologia e Calcolatori*, 28.2 (= *Proceedings of the KAINUA 2017. International Conference in Honour of Professor Giuseppe Sassatelli's 70th Birthday* (Bologna, 18-21 April 2017), a cura di S. Garagnani, A. Gaucci, Firenze), pp. 531-538, doi: 10.19282/AC.28.2.2017.43.
- BONETTO J., ZARA A. 2018a, *Nora Virtual Tour*, in *Quaderni Norensi*, 7, pp. 211-213, doi: 10.14658/pupj-quin-2018-1-29.
- BONETTO J., ZARA A. 2018b, *Virtual Archaeology: dalla ricerca alla divulgazione dei beni culturali*, in *Livio, Padova e l'universo veneto nel bimillenario della morte dello storico*, Atti della Giornata di Studi (Padova, 19 ottobre 2017), a cura di F. Veronese, Roma, pp. 189-202.
- DEMETRESCU E. 2015, *Archaeological Stratigraphy as a Formal Language for Virtual Reconstruction. Theory and Practice*, in *Journal of Archaeological Science*, 57, pp. 42-55, doi: 10.1016/j.jas.2015.02.004.
- DEMETRESCU E. 2018, *Virtual Reconstruction as a Scientific Tool: The Extended Matrix and Source-Based Modelling Approach*, in *Digital Research and Education in Architectural Heritage*, 5th Conference, DECH 2017, and First Workshop, UHDL 2017 (Dresden, Germany, March 30-31, 2017), a cura di S. Münster K. Friedrichs, F. Niebling, A. Seidel-Grzesińska, Cham (Switzerland), pp. 102-116, doi: 10.1007/978-3-319-76992-9_7.
- DEMETRESCU *et alii* 2016 = DEMETRESCU E., FERDANI D., DELL'UNTO N., LEANDER TOUATI A.-M., LINDGREN S. 2016, *Reconstructing the Original Splendour of the House of Caecilius Iucundus. A Complete Methodology for Virtual Archaeology Aimed at Digital Exhibition*, in *SCientific RESearch and Information Technology / Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*, 6, 1, pp. 51-66, doi: 10.2423/i22394303v6n1p51.
- DEMETRESCU E., FANINI B. 2017, *A white-box framework to oversee archaeological virtual reconstructions in space and time: Methods and tools*, in *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, pp. 500-514, doi: 10.1016/j.jasrep.2017.06.034.
- DEMETRESCU E., FERDANI D. 2021, *From Field Archaeology to Virtual reconstruction: A Five Step Method Using the Extended Matrix*, in *Applied Sciences*, 11, 5206 [23 pp.], doi: 10.3390/app11115206.
- FANINI B., DEMETRESCU E. 2019, *Carving Time and Space: A Mutual Stimulation of IT and Archaeology to Craft Multidimensional VR Data-Inspection*, in *EARTH 2018*, Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage, Cham (Switzerland), pp. 553-565, doi: 10.1007/978-3-030-12240-9_58.

- FANINI *et alii* 2021 = FANINI B., FERDANI D., DEMETRESCU E., BERTO S., D'ANNIBALE E. 2021, *ATON: An Open-Source Framework for Creating Immersive Collaborative and Liquid Web-Apps for Cultural Heritage*, in *Applied Sciences*, 11, 11062 [38 pp.], doi: 10.3390/app112211062.
- FERDANI *et alii* 2019 = FERDANI D., DEMETRESCU E., CAVALIERI M., PACE G., LENZI S. 2019, *3D Modelling and Visualization in Field Archaeology. From Survey To Interpretation Of the Past Using Digital Technologies*, in *GROMA. Documenting archaeology*, 4, pp. 1-21, doi: 10.12977/groma26.
- MARINI A. 2019, *Nora Virtual Tour. A spasso nel tempo coi visori VR*, in *S&H magazine*, 24, 272, pp. 10-11.
- PETERS *et alii* 2017 = PETERS I., KRAKER P., LEX E., GUMPEMBERGER C., GORRAIZ J.I. 2017, *Zenodo in the Spotlight of Traditional and New Metrics*, in *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 2, 13 [14 pp.], doi: 10.3389/frma.2017.00013.
- SAVIO L. 2017, *Esperienze, temi e proposte per la valorizzazione dell'area archeologica*, in *Quaderni Norensi*, 6, pp. 225-232.
- TARTAMELLA V. 2018, *Musei vuoti*, in *Focus*, 314, pp. 118-123.