



A.D. MDLXII

Collana del Dipartimento di Storia,  
Scienze dell'Uomo e della Formazione  
dell'Università degli Studi di Sassari

Serie del Centro di Studi Interdisciplinari  
sulle Province Romane

Direttore: Raimondo Zucca

43\*\*\*

In copertina: *Praetorium* della *Legio III Augusta* a *Lambaesis*  
(foto di Attilio Mastino).

1<sup>a</sup> edizione, novembre 2012  
© copyright 2012 by  
Carocci editore S.p.A., Roma

Finito di stampare nel novembre 2012

ISSN 1828-3004  
ISBN 978-88-430-6287-4

Riproduzione vietata ai sensi di legge  
(art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633)  
Senza regolare autorizzazione,  
è vietato riprodurre questo volume  
anche parzialmente e con qualsiasi mezzo,  
compresa la fotocopia,  
anche per uso interno o didattico.

I lettori che desiderano  
informazioni sui volumi  
pubblicati dalla casa editrice  
possono rivolgersi direttamente a:

Carocci editore  
corso Vittorio Emanuele II 229 - 00186 Roma  
telefono 06 / 42818417 - fax 06 / 42747931

Visitateci sul nostro sito Internet:  
<http://www.carocci.it>

# L'Africa romana

Trasformazione dei paesaggi del potere  
nell'Africa settentrionale  
fino alla fine del mondo antico

Atti del XIX convegno di studio  
Sassari, 16-19 dicembre 2010

A cura di  
Maria Bastiana Cocco, Alberto Gavini, Antonio Ibba

Volume terzo



Carocci editore

Volume pubblicato con il contributo finanziario di:



**FONDAZIONE BANCO DI SARDEGNA**



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI**

I saggi di questi Atti di convegno sono stati sottoposti a referaggio.

*Comitato scientifico*

*Presidente:* Attilio Mastino

*Componenti:* Aomar Akerraz, Angela Antona, Samir Aounallah, Piero Bartoloni, Nacéra Benseddik, Paolo Bernardini, Azedine Beschouch, José María Blázquez, Antonietta Boninu, Giovanni Brizzi, Francesca Cenerini, Antonio Maria Corda, Lietta De Salvo, Angela Donati, Rubens D'Oriano, Mounir Fantar, Piergiorgio Floris, Emilio Galvagno, Elisabetta Garau, Mansour Ghaki, Julián González, John J. Herrmann, Antonio Ibba, Mustapha Khanoussi, Giovanni Marginesu, Bruno Massabò, Marc Mayer, Marco Milanese, Marco Edoardo Minoja, Alberto Moravetti, Jean-Paul Morel, Giampiero Pianu, René Rebuffat, Marco Rendeli, Joyce Reynolds, Daniela Rovina, Paola Ruggeri, Donatella Salvi, Sandro Schipani, Ahmed Siraj, Pier Giorgio Spanu, Alessandro Teatini, Alessandro Usai, Emina Usai, Cinzia Vismara, Raimondo Zucca

*Coordinamento scientifico*

Centro di Studi Interdisciplinari sulle Province Romane dell'Università  
degli Studi di Sassari

Viale Umberto I 52 - 07100 Sassari  
telefono 079 / 2065233 - fax 079 / 2065241  
e-mail: [africaromana@uniss.it](mailto:africaromana@uniss.it)

Jacopo Bonetto, Stefano Cespa, Rita Valentina Erdas  
Approvvigionamento idrico a *Nora*:  
nuovi dati sulle cisterne

Il contributo presenta i primi risultati dello studio condotto sulle cisterne per la conservazione dell'acqua ricavate nello spazio urbano e suburbano della città di *Nora*, in Sardegna. L'attività di studio si è rivolta a considerare sia gli aspetti topografico-urbanistici, sia gli aspetti tipo-morfologici di queste strutture; è stato inoltre compiuto un largo campionamento di frammenti degli intonaci di rivestimento delle conserve d'acqua che sono stati sottoposti ad analisi mineralogico-petrografiche. Infine, un'attenzione particolare è stata rivolta agli aspetti funzionali dei manufatti e alle ipotesi sull'utilizzo dell'elemento acqua da parte della popolazione della città antica.

*Parole chiave*: *Nora*, approvvigionamento idrico, cisterne, rivestimenti idraulici, utilizzo dell'acqua.

I

**L'uomo e l'ambiente a *Nora*: l'uso dell'acqua**

La prestigiosa sede congressuale dell'*Africa romana*, divenuta nel tempo basilare luogo di comunicazione dell'archeologia del Mediterraneo occidentale, ha ospitato più volte gli interventi volti a presentare l'attività che vede impegnata l'Università di Padova a *Nora*, nella Sardegna meridionale<sup>1</sup>. Ciò esime dal ritornare qui a illustrare in dettaglio questo impegno che ci vede attivi dal 1992 nella città del Golfo di Cagliari con numerosi progetti di ricerca che hanno come oggetto il divenire insediativo dell'importante centro fenicio, punico e romano.

Basterà quindi ricordare che dal 1992 al 1996 l'Ateneo di Padova ha condotto una serie di ricerche nel quartiere occidentale su

\* Jacopo Bonetto, Stefano Cespa, Rita Valentina Erdas, Dipartimento dei Beni Culturali e di Geoscienze, Università degli Studi di Padova.

1. BONETTO (2002); GHIOTTO, NOVELLO (2004); BONETTO, BUONOPANE, GHIOTTO, NOVELLO (2006); BONETTO, GHIOTTO, ROPPA (2008).

*L'Africa romana* XIX, Sassari 2010, Roma 2012, pp. 2591-2624.

diversi complessi architettonici romani per poi spostarsi dal 1997 nell'area del foro romano, che è stato indagato per esteso fino al 2006, restaurato nel 2007 ed edito in modo sistematico nel 2009 con presentazione di una lunga sequenza di frequentazione estesa dall'età fenicia alla tarda antichità<sup>2</sup>.

L'attività di scavo si è quindi spostata fino ad oggi nel vicino complesso del cosiddetto Tempio romano, già riportato in luce, come il foro, da G. Pesce, ma rimasto inedito e pressoché sconosciuto nelle sue caratteristiche storiche e architettoniche, così come in relazione alle sue preesistenze. I risultati di questa indagine, ancora in corso e particolarmente fruttuosa, sono esposti in altre sedi<sup>3</sup>, mentre si intende qui soffermarsi su un altro progetto condotto in parallelo agli scavi ma complementare a questi per la lettura del divenire dello scenario urbano nel suo complesso. Si tratta di uno studio avviato dal 2006 su scala cittadina (con proiezioni territoriali) e indirizzato a indagare le articolate e complesse relazioni intercorse tra l'uomo e l'ambiente nel corso della storia della città di *Nora*.

Questa ricerca di ampio spettro si declina in diverse forme di analisi. Negli anni più recenti hanno assunto un peso particolare le indagini sulle variazioni del livello marino e lo spostamento della linea di costa<sup>4</sup>, sulle forme di approvvigionamento e di utilizzo del materiale da costruzione<sup>5</sup>, sull'analisi delle forme di approvvigionamento e utilizzo della risorsa idrica.

In quest'ultimo settore di ricerca, caratterizzato da un ampio

2. BONETTO *et al.* (2009).

3. Le relazioni del primo anno di scavo sono in: BONETTO, BERTO, CESPA, ZARA (2010), pp. 161-77; BONETTO, FALEZZA, PAVONI (2010), pp. 178-97; FURLAN, GHIOTTO (2010), pp. 198-208. Lo scavo del primo anno (2008) ha condotto, tra l'altro, al rinvenimento di un deposito votivo e di fondazione costituito da una lastra fittile a raffigurazione di volto umano associata ad un gruzzolo di 18 monete d'argento emesse in Italia (*Cales, Tarentum, Neapolis*, Roma) databili tra IV e III sec. a.C. Questo straordinario rinvenimento è presentato in forma critica in BONETTO, FALEZZA (2009).

4. Su questo aspetto i contributi più ricchi sono quelli di: BONETTO, GHIOTTO, ROPPA (2008); ROPPA (2009).

5. Vedi AGUS, CARA, FALEZZA, MOLA (2009) per questo studio in relazione agli edifici del foro; è inoltre in corso di svolgimento, da parte del medesimo gruppo di ricerca, lo studio delle cave suburbane di arenite presso la penisola di Is Fradis Minoris posta ad ovest della città. Alcuni cenni alle cave da cui proviene il materiale alla città sono in GHIOTTO (2010).

spettro documentario e problematico, è stato di recente avviato un primo studio che ha come oggetto le cisterne per la conservazione dell'acqua disseminate nello spazio urbano e suburbano norense<sup>6</sup>. Si tratta di manufatti che, come gran parte delle altre realtà architettoniche urbane, erano stati solamente dissepolti dagli scavi del secolo scorso, ma mai presi in considerazione attraverso uno studio dedicato, come invece venne opportunamente fatto alcuni anni fa per il secondo grande sito romano sardo di *Tharros*<sup>7</sup> e come si sta recentemente facendo per il centro punico e romano di Olbia<sup>8</sup>. La ricerca, di cui qui si presenta solo una sintesi che anticipa più ampie trattazioni, si è mossa cercando di colmare la prima e più vistosa lacuna documentaria riguardo a questa classe di manufatti, costituita dalla mancata conoscenza del loro esatto numero e della loro dislocazione. Ne è uscito un censimento che ha registrato l'innatteso panorama di ben 53 manufatti, tutti in discreto o buono stato di conservazione<sup>9</sup> che sono stati oggetto di una prima analisi autoptica strutturale e di campagne di rilievo fotografico e architettonico con stazione totale per la redazione di planimetrie e per la georeferenziazione su cartografia<sup>10</sup>.

Già dalla raccolta dei dati emerge un panorama stimolante per quantità e qualità delle informazioni, che può fornire materia di riflessione su diversi aspetti dell'organizzazione della vita urbana. Non inficia questa speranza un aspetto certamente negativo, che va anticipato, rappresentato dalla seria difficoltà di inquadrare i singoli manufatti dal punto di vista cronologico per l'assenza, nel 90% dei casi, di scavi stratigrafici. Solo alcuni manufatti dell'area del foro, del Tempio romano e del quartiere centrale sono stati compresi recentemente in aree di indagine e quindi datati.

L'attività di censimento e catalogazione delle cisterne si è rivolta a considerare sia gli aspetti topografico-urbanistici, sia quelli ritenuti da sempre diagnostici per questo tipo di manufatti; sono stati così determinati con rigore i loro caratteri morfologici sia dal

6. Lo studio delle cisterne sarà affiancato e integrato in futuro dall'analisi dei pozzi, che già hanno ricevuto un preliminare censimento da parte di DI GREGORIO, FLORIS, MATTA, TRONCHETTI (2005-06) e DI GREGORIO *et al.* (2006).

7. Vedi: BULTRINI, MEZZOLANI, MORIGI (1996); MEZZOLANI (1997); ACQUARO, FRANCISI, MEZZOLANI (2002).

8. Vedi per questo l'ottimo lavoro di MEZZOLANI (2010).

9. Ringrazio i colleghi G. Bejor, S. F. Bondi e B. M. Giannattasio che dirigono con me la Missione di *Nora* e hanno sostenuto e promosso la presente ricerca.

10. Si ringrazia per la preziosa collaborazione in tutte le fasi di rilievo S. Berto.

punto di vista planimetrico bidimensionale, sia altimetrico tridimensionale, così da ottenere un quadro tipo-morfologico utile soprattutto per condurre studi comparativi con altri manufatti dalla simile funzionalità e distribuiti in diversi altri centri del Mediterraneo occidentale (Spagna, Sicilia, Nord-Africa).

Per integrare e innovare l'approccio strettamente tipologico si è cercato di spingere lo studio verso aspetti meno considerati in passato ma per certi versi più caratterizzanti. Per questo è stato compiuto un largo campionamento di frammenti degli intonaci di rivestimento delle conserve d'acqua che sono stati quindi sottoposti ad analisi mineralogico-petrografiche, in cooperazione con il Dipartimento di Geoscienze dell'Ateneo di Padova<sup>11</sup>, le cui analisi sono sintetizzate nell'ultima parte di questo contributo da R. Erdas. Il raffinato e poliedrico scenario di procedure tecniche riscontrate lasciano intuire potenzialità notevoli non solo per la ricostruzione delle pratiche di cantiere, ma pure per differenziare, forse anche sul piano cronologico, manufatti classificati come simili o identici sul piano tipologico.

Infine un'attenzione particolare è stata rivolta agli aspetti funzionali dei manufatti, allineando dati tra loro diversi come le capacità di conservazione dell'acqua dei vari tipi di manufatti, le forme del suo approvvigionamento (piovosità della regione, superficie di raccolta, presenza di pozzi), le forme e le quantità del suo consumo (alimentare, di servizio, artigianale) e il contesto di appartenenza di ciascun manufatto (pubblico o privato); dalla lettura combinata di queste informazioni, resa peraltro complessa dalla variabilità e dall'aleatorietà di alcuni fattori, emergono spunti ricostruttivi di notevole interesse che toccano aspetti come la funzione pubblica, produttiva o privata dei manufatti, e dei contesti in cui si vengono a trovare, in base alla loro capacità, la disponibilità idrica per nucleo familiare e la possibile consistenza (o il livello sociale) dei singoli nuclei in base alle potenzialità delle riserve d'acqua, le potenzialità delle cisterne in rapporto alle necessità idriche della popolazione, la complementarità degli apporti idrici (meteorici e di falda), il bilancio idrico dei manufatti nelle varie stagioni dell'anno in relazione all'apporto e al consumo, ecc.

In sintesi con questo studio si cerca di evidenziare come lo studio delle cisterne (combinato con quello degli altri apparati di ap-

11. Si veda l'APPENDICE a cura di R. Erdas. Per le analisi è stata avviata una proficua collaborazione con il collega C. Mazzoli che ringraziamo sentitamente.

provvigionamento idrico) potrà stimolare, pur con la cautela imposta dalla complessità di tale approccio, ragionamenti estremamente stimolanti sugli aspetti architettonico-funzionali e sul quadro socio-demografico di una città del Mediterraneo.

J. B.

2

## La distribuzione delle cisterne nella città

In prima analisi, lo studio si è rivolto verso il quadro topografico-urbanistico, tramite un'estesa e trasversale ricerca delle strutture presenti nell'ambito urbano e suburbano di *Nora*. Il quadro emerso testimonia la grande quantità e potenzialità informativa dei manufatti riscontrati: il numero totale delle cisterne prese in esame è infatti di 53 esemplari<sup>12</sup> (FIG. 1).

L'analisi delle strutture è partita dalla suddivisione della città in macroaree, all'incirca coincidenti con gli isolati antichi, incorniciati essenzialmente dai tratti stradali<sup>13</sup>. La zona che presenta il maggior numero di cisterne è quella denominata "Colle di Tanit", sul versante meridionale del rilievo centrale della città: sono infatti ben sedici le strutture atte alla conservazione dell'acqua piovana ricavate lungo le linee di pendenza e alla base di questa altura di *Nora*. Almeno altre sei sono presenti invece nel "quartiere S-E", lungo la linea costiera della cala meridionale.

Entrambe queste aree sono interpretabili come zone di contesto abitativo-residenziale, quindi il loro numero (quasi la metà delle cisterne totali della città) è evidentemente riconducibile a un'ottica di conservazione della risorsa idrica per le attività quotidiane delle famiglie.

Tutte le altre zone presentano un numero abbastanza omogeneo di cisterne, che varia da due a quattro nelle zone più fornite; purtroppo nella maggior parte di queste l'identificazione del contesto non è chiara né sicura, sebbene, come si dirà, qualche indicazione può trarsi dallo studio dimensionale e di capacità degli inva-

12. Un'indagine precedente (DI GREGORIO, FLORIS, MATTA, TRONCHETTI 2006) si era invece occupata dello studio e del censimento dei pozzi di *Nora*. Lo studio topo-cartografico delle due indagini ha portato alla creazione della pianta della città norense con la segnalazione della distribuzione nell'area delle strutture per l'approvvigionamento idrico (cisterne, pozzi, ipotetico tracciato dell'acquedotto).

13. Si segue in questo caso il percorso tracciato da TRONCHETTI (1986).

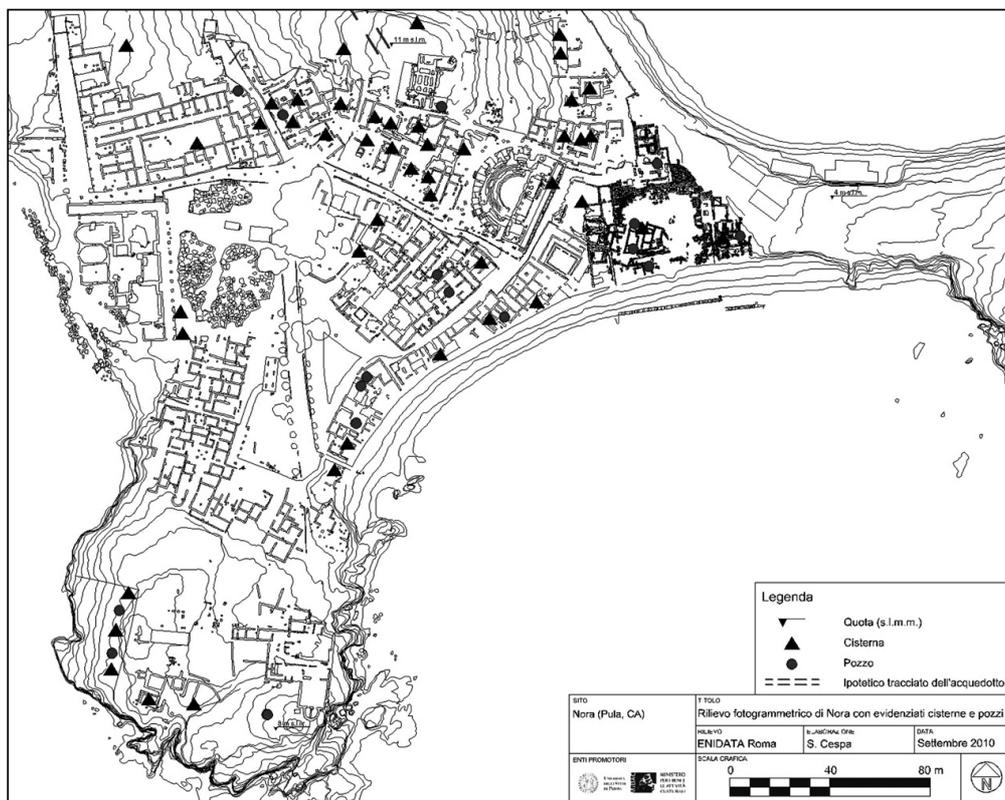


Fig. 1: Pianta della città di *Nora* con il posizionamento delle cisterne e dei pozzi.

si. A parte l'area delle pendici meridionali del Colle di Tanit, di cui si è detto, non sembrano quindi esistere forme particolari di concentrazione nella distribuzione delle cisterne. Ne deriva l'impressione che il loro uso fosse omogeneamente diffuso a tutti i quartieri e non fosse significativamente condizionato dalla diversa destinazione funzionale che essi, verosimilmente, dovevano avere.

Tre cisterne sono state rilevate nel suburbio, una legata a un contesto particolare quale la zona delle cave di estrazione delle areniti tirreniane presso la penisola di Fradis Minoris (cisterna 29)<sup>14</sup>, le altre due (cisterne 28 e 36) lungo la linea di costa settentrionale, in pessimo stato di conservazione e di difficile attribuzione.

14. La cisterna in questione è menzionata da FINOCCHI (2000), pp. 291-3, nota 48 e da COSSU (2003), pp. 125-8.

## 2.1. I caratteri tecnico-costruttivi e strutturali

La grande maggioranza delle cisterne prese in esame rientra in quella tipologia che è considerata tipica dell'ambito edilizio punico, ovvero la tipologia "a bagnarola", caratterizzata da una pianta rettangolare con i lati brevi curvilinei<sup>15</sup>: sono infatti ben 33 le cisterne di *Nora* così costruite (poco più del 60% del totale, vedi TAB. 1) distribuite su tutta la superficie della città antica.

Quattro cisterne presentano una pianta che, pur essendo effettivamente rettangolare (cisterne 15, 17, 29) o ellissoidale (cisterna 20), sono molto simili alla tipologia "a bagnarola", laddove le prime tre hanno i lati brevi connessi a quelli lunghi con uno spigolo, ma sono leggermente curvi, mentre la cisterna 20, ellissoidale, presenta anche i lati lunghi leggermente curvilinei, ma non si discosta eccessivamente dalla tipologia più comune.

Due sole cisterne (34 e 44)<sup>16</sup> rientrano invece nella tipologia definita per la sua sezione "a bottiglia", che si ritrova in tutto il bacino del Mediterraneo<sup>17</sup>, ma che a *Nora* non sembra aver goduto di molta fortuna. Entrambe situate nella zona del "Colle di Tانيت", presentano un'imboccatura circolare o subcircolare e un bacino interno che si allarga uniformemente verso il fondo; si differenzia da queste ultime due la cisterna 51, caratterizzata anch'essa da una pianta circolare ma con sezione cilindrica, con le pareti dell'invaso che scendono rettilinee verso il fondo (FIGG. 2-3).

Altre due cisterne (32 e 43) presentano una pianta che potremmo definire "a L", ovvero con un braccio principale al quale si connette ortogonalmente, a una delle estremità, un secondo braccio, di dimensioni minori, che potrebbe essere stato funzionale all'attingimento dell'acqua del bacino. Un confronto lampante è costituito da una cisterna della fortezza di Ras ed-Drek (Capo Bon,

15. La prima definizione di questa tipologia di invasi si trova in PESCE (1961), p. 75: «La cisterna punica, come la si vede a *Nora*, ha la forma di una bagnarola, cioè di una cava stretta e lunga con i lati minori curvilinei e le pareti rivestite di intonaco». Altri autori (ad esempio MEZZOLANI, 2010) preferiscono la definizione "a pianta ellissoidale" per indicare la medesima forma.

16. FINOCCHI, GARBATI (2007), pp. 211-33.

17. Per una panoramica generale vedi RIERA (1994), pp. 308-9. Inoltre, assai esaurienti ed utili sono le indicazioni bibliografiche contenute in MEZZOLANI (2010), p. 1764, note 9 e 10.

Tabella 1. Tabella sinottica delle cisterne di Nora (n.c. = non conservato; i = integrale; p = parziale).

Cisterna	Tipologia	Misura (m)			Canalette		V (m <sup>3</sup> )	Copertura	Pozzetto
		lungh.	largh.	prof.	Add.	T.p.			
1	a bagnarola	4,12	0,95	2,82 (i)	2	-	11	architrave	sup., circolare
2	a bagnarola	7,10	1,10	0,70 (p)	-	-	?	n.c.	n.c.
3	a bagnarola	3,80	1,25	2,00 (p)	-	1	9	n.c.	lat., quadrato
4	a bagnarola	2,10	1,22	2,65 (p)	-	-	6	n.c.	n.c.
5	a bagnarola	4,25	1,10	2,69 (p)	1	-	11	n.c.	n.c.
6	a bagnarola	2,93	0,82	1,59 (i)	2	-	3,5	architrave	sup., circolare
7	a bagnarola	8,59	1,22	3,36 (p)	2	-	33	n.c.	n.c.
8	a bagnarola	8,59	1,09	3,01 (p)	-	-	33	n.c.	n.c.
9	a bagnarola	6,10	0,91	2,97 (p)	1	1	15	n.c.	n.c.
10	pianta trapezoidale	6,49*	1,19	0,60 (p)	-	-	?	n.c.	n.c.
11	a bagnarola	3,70	1,03	4,33 (p)	-	-	14	n.c.	lat., quadrato
12	pianta "a gamma"	5,20	5,00	3,44 (p)	-	-	38	n.c.	n.c.
13	a bagnarola	5,27	1,00	2,21 (p)	-	-	10	n.c.	n.c.
14	a bagnarola	4,31	1,15	2,82 (p)	-	-	13	n.c.	n.c.
15	pianta rettangolare	4,17	1,25	2,86 (p)	-	-	13	n.c.	n.c.
16	a bagnarola	-	2,20	2,00 (p)	-	-	?	n.c.	n.c.
17	pianta rettangolare	3,67	0,91	3,01 (i)	1	-	5	n.c.	n.c.
18	pianta rettangolare	4,48	3,78	3,84 (i)	4	-	62	n.c.	n.c.
19	a bagnarola	4,31	1,32	1,53 (p)	-	-	7	n.c.	n.c.
20	pianta ellissoidale	3,02	1,65	2,32 (i)	-	-	9	n.c.	n.c.

(segue)

Tabella 1 (segue).

Cisterna	Tipologia	Misura (m)			Canalette		V (m <sup>3</sup> )	Copertura	Pozzetto
		lungh.	largh.	prof.	Add.	T.p.			
21	a bagnarola	4,45	1,16	2,28 (p)	-	I	10	n.c.	n.c.
22	a bagnarola	5,31	1,30	2,02 (p)	I	I	11	n.c.	n.c.
23	a bagnarola	2,94	1,03	2,13 (p)	-	-	6	n.c.	n.c.
24	a bagnarola	3,23	1,01	2,84 (i)	-	-	8	architrave	sup., circolare
25	a bagnarola	5,02	1,14	2,47 (i)	-	-	12	architrave	sup., quadrato
26	a bagnarola	5,35	1,61	2,80 (i)	I	-	18	n.c.	n.c.
27	pianta rettangolare	9,30	3,20	0,80 (p)	-	I	?	n.c.	n.c.
28	a bagnarola	-	1,10	2,07 (p)	-	-	?	n.c.	n.c.
29	pianta rettangolare	10,05	1,36	1,80 (p)	-	-	25*	n.c.	n.c.
30	pianta irregolare	2,53	2,79	3,67 (p)	I	I	18	n.c.	n.c.
31	a bagnarola	5,80	1,08	3,60 (p)	2	I	20	n.c.	lat., quadrato
32	pianta "a L"	3,35	1,11	1,93 (p)	-	-	7	n.c.	lat., circolare
33	a bagnarola	4,85	1,29	2,32 (i)	-	-	13	n.c.	n.c.
34	a bottiglia	1,63	1,58	2,67 (i)	-	-	6	n.c.	n.c.
35	a bagnarola	4,70	1,20	3,50 (i)	3	-	19	doppio	2 sup., circolari
36	a bagnarola	4,38	0,83	2,02 (p)	-	-	7	n.c.	n.c.
37	pianta irregolare	2,87	1,39	4,00 (p)	2	I	?	doppio	spiovente sup., quadrato
38	a bagnarola	3,00*	1,00*	-	-	-	?	n.c.	sup., quadrato



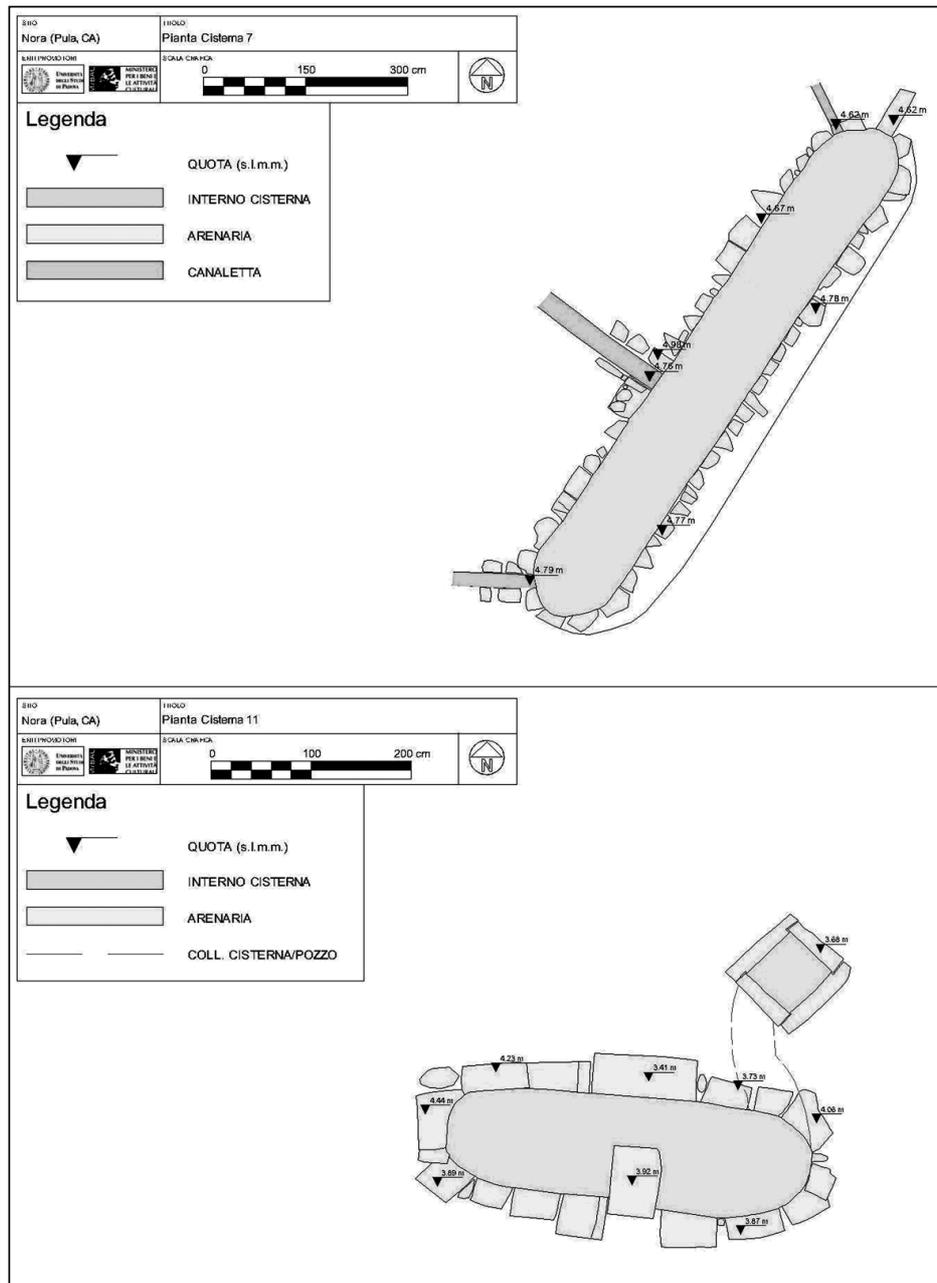


Fig. 2: Le piante delle cisterne 7 e 11.

Tunisia) che presenta una pianta praticamente identica alle due cisterne norensi<sup>18</sup>.

Un'altra tipologia presente nella città è quella delle cisterne a pianta rettangolare; tra queste, molto simili dal punto di vista del

18. BARRECA, FANTAR (1983).

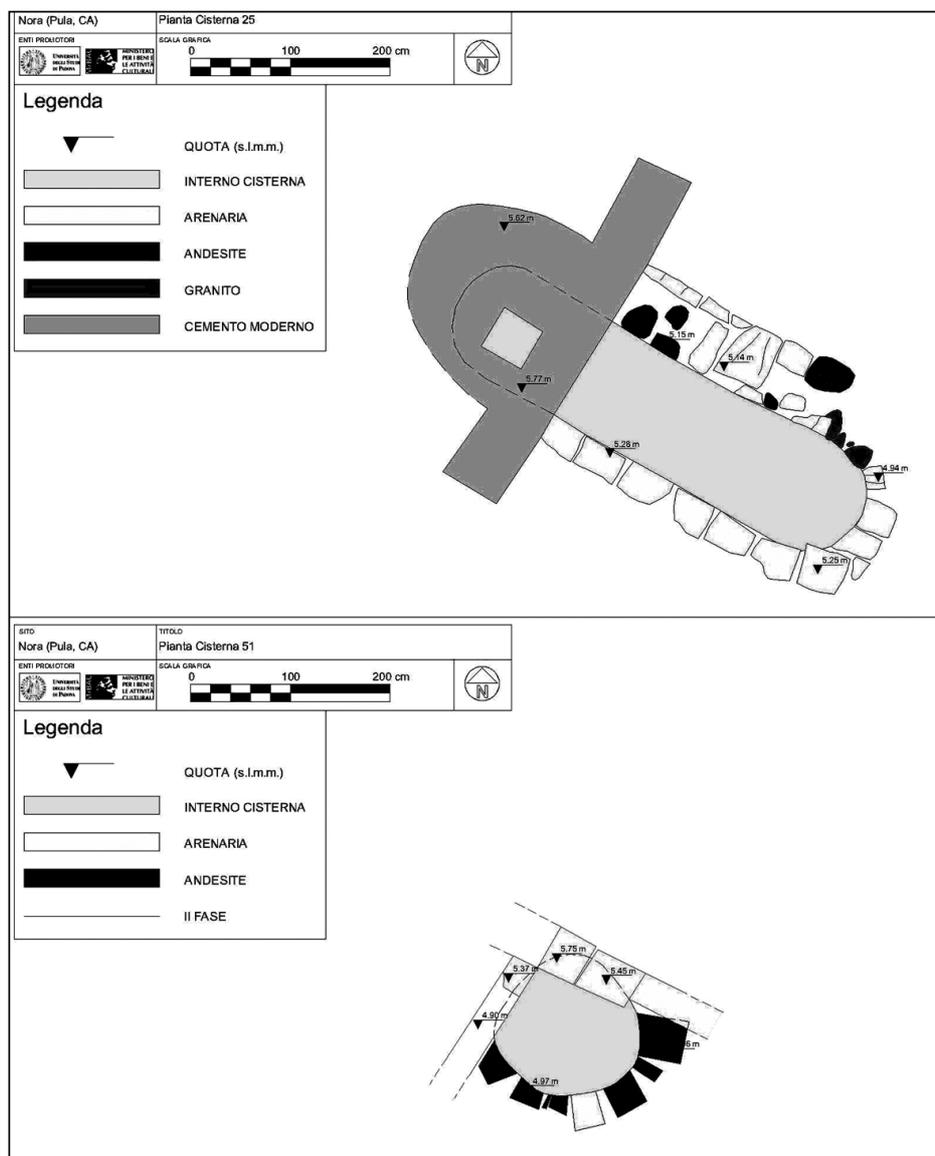


Fig. 3: Le piante delle cisterne 25 e 51.

volume contenuto sono le tre grandi vasche 18, 27 e 46, probabilmente connesse ai vicini impianti termali (rispettivamente la vasca/cisterna 18<sup>19</sup> alle cosiddette Terme a mare e la cisterna 46 alle cosiddette Terme di Levante) e all'acquedotto (27), che potevano

19. Un breve riferimento alla cisterna in esame è presente in TRONCHETTI (1986), p. 61.

raccogliere più di 60 m<sup>3</sup> d'acqua ciascuna. Le due cisterne 45<sup>20</sup> e 50 invece presentano un modulo dimensionale ben minore, in quanto non connesse ad un ambito pubblico, bensì privato o forse artigianale.

Infine vi sono alcune cisterne che, a causa della morfologia del suolo, degli ambienti attigui o di precise volontà costruttive, o per cause non note, non possono essere connotate dal punto di vista formale e tipologico poiché presentano una pianta irregolare: la vasca 10, che nella parte conservata forma un trapezio, la cisterna 12, definita "a gamma" per i tre bracci connessi ortogonalmente tra loro, la cisterna 30, ubicata alle pendici meridionali del "Colle di Tanit", e la cisterna 37, ricavata al di sotto della cella del Tempio romano (FIG. 4).

Dal punto di vista strutturale, un altro problema affrontato riguarda la relazione delle cisterne con il piano d'uso delle strutture ad esse collegate. La maggior parte delle cisterne di *Nora* (e non solo) venne infatti realizzata tramite scavi al di sotto del piano d'uso; in tale modo le conserve d'acqua risultavano sottoposte al piano di frequentazione delle abitazioni o degli edifici con una copertura spesso a filo sullo stesso.

In pochi isolati casi le cisterne risultano invece realizzate in toto o in parte al di sopra del piano d'uso antico. A *Nora*, gli invasi così costruiti sono la cisterna 2, ubicata nella zona del foro romano<sup>21</sup>, e la vasca 10, che doveva presentarsi in alzato almeno per la parte superiore del bacino, come si evince dalla presenza di un'intonacatura sulle pareti esterne, che quindi dovevano essere a vista. Lo stato di conservazione della cisterna non ne permette uno studio approfondito: si potrebbe ipotizzare, dalla tipologia "in alzato" e dalla posizione lungo uno degli assi viari principali, che potesse essere stata utilizzata nella duplice funzione di monumento decorativo e di ristoro all'ingresso della città antica<sup>22</sup>.

20. La cisterna 45 è stata oggetto di un più ampio studio riguardante un'unità abitativa posta nella cosiddetta "area AB"; la struttura è forse da mettere in relazione con una specifica attività produttiva, legata al commercio del pesce o di qualche altra derrata che necessitava di acqua abbondante (vedi GUALANDI, 2003, pp. 81-7; FABIANI, GUALANDI, 2011).

21. BONETTO (2009).

22. In TRONCHETTI (1986), p. 22, se ne trova una breve descrizione: «[...] una struttura che sorge a lato della strada. A forma allungata e incompleta, questa si riconosce come una fontana, che trova il suo *pendant* nei resti di un simile apparato sul lato opposto della strada».

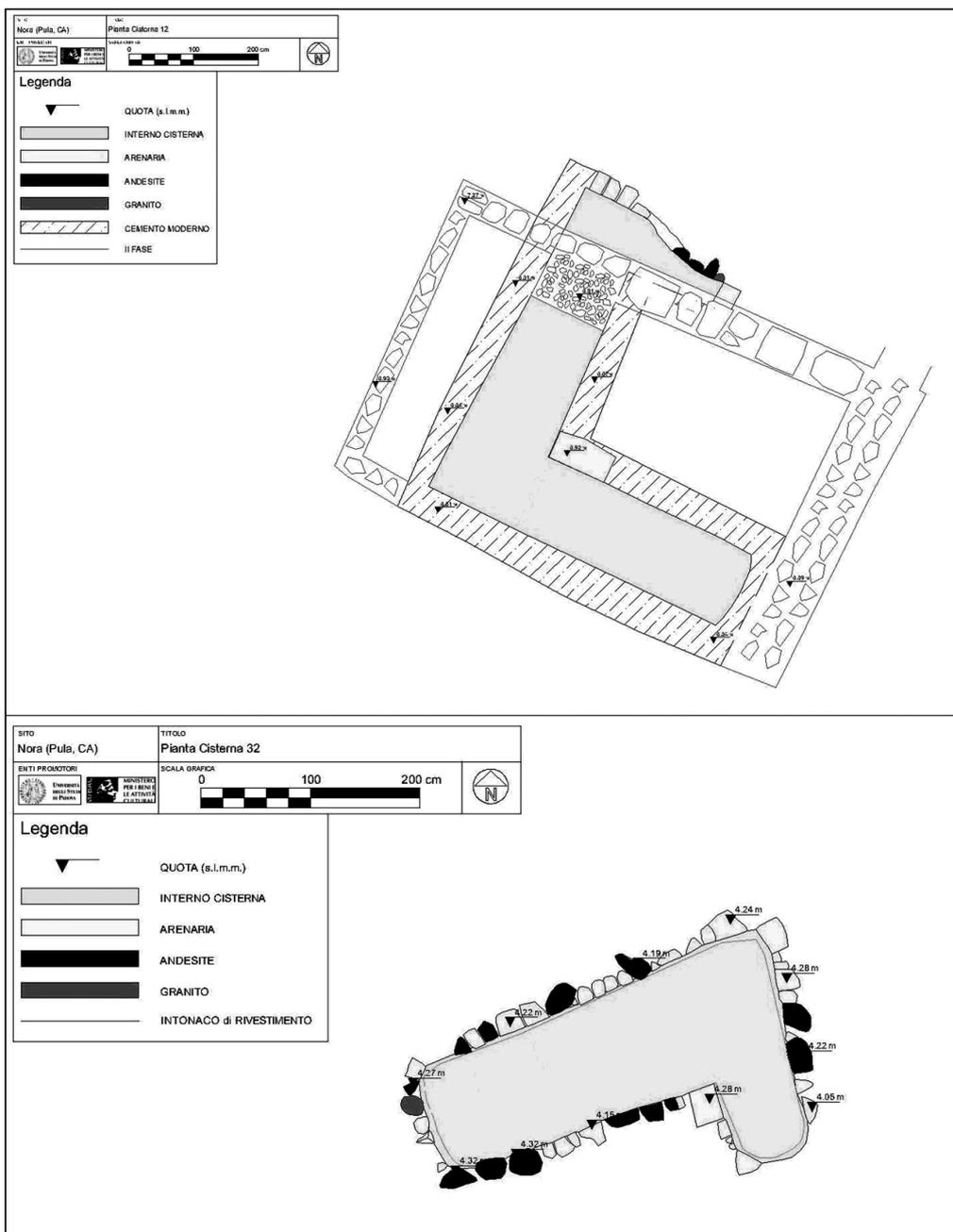


Fig 4: Le piante delle cisterne 12 e 32.

La grande vasca 27 e la cisterna 50, di recentissima scoperta<sup>23</sup>, sono invece costruite totalmente in alzato, dal momento che le riseghe di fondazione delle strutture murarie che delimitavano gli ambienti sono poste a una quota inferiore rispetto al fondo costruito in cocciopesto delle due riserve d'acqua.

Questa tipologia di invasi costruiti in alzato trova alcuni interessanti confronti in altre città orbitanti nel mondo punico<sup>24</sup>: un assetto in parte simile alla cisterna 2 di *Nora* è presente nella cisterna 5 di *Tharros*<sup>25</sup> e nelle cisterne J ed E della collina della Byrsa a Cartagine, caratterizzate da un impianto parzialmente fuori terra con contrafforte esterno<sup>26</sup>. Altri esempi utili di cisterne in parte scavate e in parte realizzate in alzato sembrano trovarsi a Cagliari sia nella Casa degli Stucchi, entro il complesso della cosiddetta Villa di Tigellio<sup>27</sup>, sia in un altro complesso sito in viale Trieste<sup>28</sup>.

Dalla prima analisi dei procedimenti edilizi costruttivi emerge una sostanziale omogeneità nelle forme di apprestamento del rivestimento degli invasi. La grande maggioranza infatti presenta una “intelaiatura” interna costituita da blocchi squadrati, di dimensioni variabili, di arenaria (e in pochi casi di andesite), posti su assise in genere abbastanza regolari, talvolta a secco, talvolta legati da malta di allettamento, atti a creare una divisione tra la nuda roccia o il terreno nei quali la struttura viene ricavata e l'interno della cisterna<sup>29</sup>; nelle cisterne “a bagnarola” i blocchi stessi appaiono lavorati sui lati brevi

23. La struttura è stata indagata durante la campagna di scavo di febbraio 2010 condotta dal Dipartimento di Archeologia dell'Università di Padova al di sotto della cella del c.d. Tempio romano.

24. BONETTO (2009), p. 217.

25. BULTRINI, MEZZOLANI, MORIGI (1996); ACQUARO, FRANCISI, MEZZOLANI (2002), pp. 60-1.

26. Le dimensioni della cisterna J (5,1 × 1,25 m) ricordano quelle della cisterna 2 della zona del foro di *Nora*. I dati sul manufatto della Byrsa sono pubblicati in CARRIÉ, SANVITI (1977), pp. 81-2; inoltre LANCEL (1979), pp. 122-7.

27. ANGIOLILLO (1981), pp. 90-7. In questo caso le pareti della cisterna sembrano sostenute lateralmente da murature di uno stretto ambiente.

28. In MONGIU (1987), pp. 54, 56, 58, 64-65, tavv. I e II è presentato il caso di un quartiere in parte residenziale e forse in parte artigianale di Cagliari in cui è presente una lunga cisterna forse “tripartita”, che, dalle piante e dalle descrizioni, sembra realizzata almeno in parte “fuori terra” in appoggio a strutture murarie.

29. Analoghe fasi costruttive sono attestate a Olbia e in altri contesti punicici (vedi MEZZOLANI 2010, p. 1765 e nota 13).

fino ad ottenerne un profilo curvilineo della faccia interna e definire così il profilo interno della tipologia di invasi.

Molti di questi rivestimenti interni presentano anche un'altra caratteristica comune, ovvero le incisioni "a griglia" sulle facce interne al bacino, che permettevano una migliore adesione e quindi una migliore tenuta dell'intonaco di rivestimento<sup>30</sup>.

Tramite uno studio compiuto in collaborazione con il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova<sup>31</sup> sono state effettuate campionature dei rivestimenti (intonaci e malte) della maggior parte delle cisterne noresi: le analisi macroscopiche, microscopiche e archeometriche in corso di elaborazione potranno dare un grosso contributo nell'interpretazione del sistema di rivestimento delle cisterne, di utilizzo degli invasi, oltre che delle differenze nei materiali utilizzati per l'impermeabilizzazione dei bacini; lo studio comparato dei rivestimenti e dei relativi invasi potrebbe permettere di stabilire anche una forma di seriazione cronologica tra i diversi tipi di rivestimento così da consentire di fissare una griglia "cronotipologica" da utilizzare per valutare strutture non datate.

Un'altra caratteristica che si riscontra in alcune delle cisterne esaminate è la presenza dello "zoccolo" a profilo convesso di raccordo tra le pareti ed il fondo degli invasi, ed in un caso specifico anche tra parete e parete (cisterna 45<sup>32</sup>). La sua funzione di impedire il formarsi di depositi calcarei o di impurità negli angoli e negli spigoli vivi potenzialmente dannosi per l'igiene delle strutture è ben chiara, tanto che la stessa tipologia "a bagnarola" potrebbe aver avuto grande fortuna nel mondo punico proprio per la caratteristica peculiare di presentare una pianta curvilinea delle pareti e quindi l'assenza di angoli. In questo senso è ben comprensibile l'utilizzo dello zoccolo convesso di raccordo tra parete e parete della cisterna 45 a pianta rettangolare; gli altri invasi che rientrano nella stessa tipologia invece non sembrano presentare questa peculiarità.

30. Discriminante per la definizione di cisterna, a vedere GINOUVÈS (1992) è proprio la presenza di un rivestimento impermeabilizzante: «les parois soit taillées dans le rocher, soit construites, avec un revêtement de mortier hydraulique».

31. Vedi APPENDICE (*infra*): per questo lavoro si ringrazia la disponibilità e la cortesia del professor C. Mazzoli; si vuole inoltre ringraziare la Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Cagliari e Oristano per la concessione dell'AutORIZZAZIONE grazie alla quale il presente lavoro è stato compiuto.

32. Vedi *supra*, nota 8.

Sono molto poche le cisterne della città di *Nora* che presentano la copertura originaria. Il numero esiguo è probabilmente dovuto in primo luogo allo spoglio delle lastre squadrate di arenaria delle coperture, riutilizzabili come materiale da costruzione. In un solo caso alcune lastre sono state rinvenute in stato di crollo all'interno dell'invaso: non è difficile ipotizzare che molte altre coperture abbiano subito questa fine; anche in questo caso sarebbero state riutilizzate, non permettendone quindi uno studio adeguato<sup>33</sup>.

Le due tipologie principali riscontrate sono quella con le lastre poste orizzontalmente sopra al bacino (ad architrave semplice<sup>34</sup>) e quella con le lastre poste a doppio spiovente<sup>35</sup>. L'unica che si discosta da queste categorie è la cisterna 46, molto particolare perché presenta una copertura "a pseudo-arco con conci a mensola"<sup>36</sup>, con blocchi di arenaria di medie dimensioni posti uno sull'altro partendo dalle pareti e aggettanti verso il centro del bacino.

La differenza tra i due sistemi è comprensibile in quanto la copertura a doppio spiovente è più solida e non presenta alcun problema statico, perché le lastre a doppio spiovente reggono molto peso; hanno però lo svantaggio di accrescere l'altezza globale dell'invaso, costringendo a realizzare scavi più profondi per rendere la cisterna completamente interrata. La copertura piatta è più debole perché supporta meno peso, ma riduce lo sviluppo in verticale dell'invaso, a parità di contenuto.

Nel cosiddetto Tempio romano, la copertura della cisterna 1 è costituita da blocchi quadrati di arenaria posti ad architrave e nella fase di utilizzo della struttura erano sette o forse otto; oggi ne rimangono quattro integri, mentre dei tre centrali si conservano solamente le estremità sul lato occidentale. Il secondo architrave da

33. Le cisterne che conservano la copertura originaria (o parte di essa) sono in totale sette: le due (cisterne 1 e 37) del cosiddetto Tempio romano, una (cisterna 6) nel quartiere N-E, la cisterna 46 ("litorale N/terme orientali") e tre della zona del Colle di Tanit: due nella parte meridionale, ai piedi del colle (cisterne 24 e 25) ed una (cisterna 35) verso ovest.

34. In ACQUARO, FRANCISI, MEZZOLANI (2002), p. 61; MEZZOLANI (2010), p. 1765, alcune cisterne di Tharros e di Olbia vengono descritte con copertura "a piattabanda"; non è chiaro se l'intenzione fosse quella di definirle "ad architrave", oppure se si presentassero effettivamente a piattabanda, nel qual caso non troverebbero riscontri con le coperture delle cisterne norensi.

35. Questa tipologia di copertura è ben attestata ad esempio anche a Tharros (ACQUARO, FRANCISI, MEZZOLANI, 2002, p. 61)

36. Definizione mutuata da GIULIANI (1990), pp. 50-2, fig. 3.3.

sud presenta la faccia interna al bacino lavorata fino a raggiungere una pianta semicircolare, che probabilmente era chiusa simmetricamente dal terzo architrave oggi non conservato, ottenendo in questo modo il punto di attingimento della riserva idrica di forma circolare. Nella stessa zona, la cisterna 37 posta al di sotto della cella del tempio presenta invece una copertura a doppio spiovente, con quattro coppie di architravi in pietra arenaria: in questo caso il punto di prelievo dell'acqua era posto ad ovest della copertura e non direttamente ricavato su di essa.

Nelle altre quattro cisterne si riscontra come il punto di attingimento sia invece sempre scavato nelle lastre di copertura: nella cisterna 6 (quartiere N-E) la copertura originaria è costituita da tre architravi in pietra arenaria. L'architrave meridionale, più piccolo, presenta la faccia sud lavorata a profilo semicircolare, che viene a formare un sicuro punto di captazione.

Nella zona del Colle di Tanit, infine, la cisterna 24 presenta intatta la lastra più a sud, nella quale è ricavato il pozzetto di forma semicircolare, mentre nella parte centrale del bacino si conservano le basi tagliate di quelle che dovevano essere gli altri architravi posti orizzontalmente per tutta la larghezza della cisterna. La cisterna 25 conserva l'architrave settentrionale (anche integrato da interventi di restauro contemporanei) nel quale è presente il pozzetto di attingimento a bocca quadrata, mentre non è rimasta traccia delle restanti lastre di copertura. La cisterna 35 invece si discosta da queste in quanto presenta la copertura originaria in perfetto stato di conservazione, ottenuta con lastre di arenaria poste a doppio spiovente, nelle parti sommitali delle quali sono stati ricavati due pozzetti di forma circolare.

## 2.2. L'adduzione, lo smaltimento e il prelievo delle acque

Fondamentali strutture connesse alle cisterne sono le canalette, che svolgono essenzialmente due funzioni principali e opposte: quella di adduzione dell'acqua piovana e quella di deflusso dell'acqua in eccesso. Per quanto riguarda le forme, le tipologie ed i rivestimenti, non sembra esserci una differenziazione nella costruzione di questi due tipi di condotti dell'acqua: entrambi infatti possono presentare una sezione quadrata o rettangolare (nella maggior parte dei casi) oppure circolare; avere un fondo con laterizi posti di piatto e contenuti da scapoli lapidei squadrati o essere costruiti in ma-



Fig. 5: La canaletta di adduzione centrale in terracotta della cisterna 37; si conservano integri i due segmenti finali ad angolo, l'uno inserito nell'altro.

teriale fittile<sup>37</sup>, con congiunzioni tra un segmento ed il successivo; essere dotate o meno da un rivestimento costituito da un sottile strato di intonaco.

Le canalette di adduzione per necessità dovevano scendere dai tetti degli edifici, correre lungo uno dei muri esterni e poi immergersi nella cisterna con un angolo leggermente inclinato verso l'interno del bacino. Il punto di immissione era posto al di sotto del filo della copertura, a volte lungo la parete, anche ad una certa profondità rispetto alla testa dell'invaso. I segmenti posti in verticale, a causa della distruzione delle strutture murarie su cui si impostavano, sono ovviamente per la maggior parte perduti; fortunatamente, in pochissimi casi questi si sono conservati nella loro parte finale (cisterne 30 e 37) permettendoci di confermare l'ipotesi che corressero in verticale lungo le pareti degli edifici<sup>38</sup> (FIG. 5).

37. Canalette in terracotta sono state individuate anche a Olbia (MEZZOLANI, 2010, p. 1766).

38. Condotture verticali sono state rinvenute a Cartagine, nel settore abitativo denominato *Quartier d'Hannibal*; in particolare, nell'isolato C, un residuo di tubatura in terracotta rivestita con intonaco impermeabilizzante era addossato verticalmente ad una struttura muraria, connesso probabilmente ad una cisterna (THULLIER, 1979, p. 232).



Fig. 6: La cisterna 32 con pianta “a L” posta alle pendici sud-ovest dell’altura centrale di *Nora*.

Le canalette di deflusso dell’eccesso idrico<sup>39</sup> sono anch’esse conservate per la maggior parte dei casi solo nella loro parte iniziale: sono impostate in genere sulla testa dell’invaso, subito al di sotto della copertura, con un angolo di inclinazione che permette lo scolo dell’acqua nel momento in cui la cisterna si fosse trovata completamente riempita. La funzione primaria di questo tipo di canalette era quella di impedire o limitare i danni che potevano essere causati dall’acqua in eccesso sui contesti edilizi circostanti (come un’evacuazione indesiderata sul piano d’uso degli edifici).

Laddove l’attingimento dell’acqua non avveniva direttamente da pozzetti ricavati sulle lastre di copertura degli invasi (vedi *supra*), questa era garantita dalla costruzione di pozzi laterali, connessi come “braccio” secondario al bacino principale<sup>40</sup> oppure legger-

39. Sistemi di “troppo pieno” si riscontrano, tra gli altri, a Cartagine (THIULLIER, 1979, p. 232), oltre che a Tharros (ACQUARO, FRANCISI, MEZZOLANI, 2002, p. 62)

40. Questa peculiarità è presente anche in alcune cisterne di Tharros (vedi BULTRINI, MEZZOLANI, MORIGI, 1996 con schede annesse e ACQUARO, FRANCISI, MEZZOLANI, 2002, pp. 58-59).

mente discostati: nel primo tipo rientra di certo la cisterna 32 con pianta “a L”, nel secondo le due cisterne 3 (nel foro) e 31 (Colle Tanit) che presentano entrambe un pozzo a bocca quadrata e di tipologia “a bottiglia” connesso tramite una canaletta di “troppo pieno” alla rispettiva cisterna (FIG. 6).

La cisterna 11 mostra invece un esempio del tutto particolare di pozzetto di attingimento; connessa a tutto quel complesso di ambienti che si trova poco più a sud-ovest rispetto alla cosiddetta “fullonica”<sup>41</sup>, l’invaso è forse inserito in un ambiente di servizio e presenta la particolarità del pozzetto discostato dal bacino di raccolta vero e proprio e collegato alla cisterna non con una canaletta bensì tramite una piccola volta sotterranea ricavata nell’angolo nord-est della parete lunga settentrionale.

### 2.3. La cronologia dei manufatti

La possibilità di datare la maggior parte delle strutture per la conservazione dell’acqua piovana a *Nora* è praticamente nulla a causa della mancanza di dati stratigrafici degli scavi degli anni Cinquanta. In più, l’altissima probabilità che la maggior parte dei bacini scoperti durante quelle operazioni siano stati completamente svuotati<sup>42</sup> non permetterebbe nemmeno di compiere un’analisi sui riempimenti che avrebbe almeno potuto indirizzare verso una cronologia di chiusura o defunzionalizzazione delle cisterne<sup>43</sup>.

Le strutture riferibili ad una cronologia certa sono le cisterne 2 e 3 (scavate dell’Università di Padova nella zona del foro romano) datate rispettivamente tra il 150 e il 75 a.C. e al I secolo a.C., e le cisterne 37 e 50 di recente scoperta sotto alla cella del Tempio romano, riconducibili ad una cronologia *ante* metà I secolo d.C. (in quanto sottostanti ad una fase precedente al tempio oggi visibile, datata al massimo alla fine del I secolo d.C.).

Riguardo alla cisterna 1, posta sempre nell’area del Tempio ro-

41. Allo stato attuale degli studi interpretata come *domus* a peristilio.

42. Lo sono con certezza, data l’analisi autoptica, le cisterne 1 e 19.

43. In MEZZOLANI (2010), pp. 1768-71, si trovano alcune considerazioni riguardo alle cronologie delle cisterne olbiesi: quelle rettangolari, come a *Nora*, vengono assegnate alla fase romana; quelle “a profilo ellissoidale”, invece, ad un orizzonte culturale punico, alcune connesse con strutture di IV secolo a.C., altre obliterate da riempimenti di II a.C. A *Nora*, le cisterne “a bagnarola” di cui si conoscono le cronologie (vedi *infra*) sono ascrivibili tranquillamente anche alla piena epoca imperiale romana, come ad esempio la cisterna 16, oblitterata da riempimenti di fine II-inizio III secolo d.C.

mano, è certa la sua costruzione in una fase precedente all'ultimo impianto del tempio (dagli ultimi studi si è proposta una datazione riconducibile alla seconda metà del I secolo a.C.)<sup>44</sup>, ma è ipotizzabile una continuità funzionale anche durante il III secolo d.C. dal momento che una delle canalette di adduzione dell'acqua sembra impostata lungo il muro perimetrale occidentale della cella del tempio stesso.

Delle altre cisterne studiate e censite nel corso di questi anni di scavi, è possibile definirne a grandi linee alcuni limiti cronologici: riguardo alla cisterna 11, è ipotizzato<sup>45</sup> che potesse essere funzionale alla *pars rustica* della grande *domus* a peristilio costruita tra il I secolo a.C. e il I d.C., anche se non è da escludere che il primo impianto possa essere precedente.

La cisterna 16, posta nella zona NO della città, presentava all'interno del suo riempimento materiali databili tra la fine del II e l'inizio del III secolo d.C., che indicano se non altro il termine *post quem* della sua totale defunzionalizzazione<sup>46</sup> connesso al rinnovamento dell'area con la costruzione del grande *horreum* occidentale. Il funzionamento dell'invaso è posto almeno nel corso del II secolo d.C., e come ipotesi generica anche durante il I secolo d.C., mentre è impossibile definire il momento d'impianto della struttura.

La cisterna 44, posta sul Colle di Tanit, che rientra nella tipologia "a bottiglia", avrebbe come termine *post quem* di defunzionalizzazione la prima metà del II secolo d.C., dato ottenuto tramite i materiali ceramici più tardi rinvenuti negli strati di riempimento, con un'ipotesi di datazione di utilizzo della struttura di conservazione dell'acqua nel I secolo d.C.<sup>47</sup>

La costruzione della cisterna 45, a pianta rettangolare, facente parte di una *domus* posta nella cosiddetta "area AB", è datata alla prima metà del II secolo d.C.<sup>48</sup>, con una importante ristrutturazione nel corso della seconda metà del II secolo d.C.

Si trovano poi alcune proposte di datazione che devono però essere lette con molta cautela: la cisterna 17, ovvero quello che è stato comunemente indicato come "pozzo nuragico", è in effetti una ci-

44. In merito alla cisterna in questione vedi il contributo di BERTO, FALEZZA, GHIOFFO, ZARA (2012).

45. NERVI (2003), p. 64.

46. BONETTO (1996), pp. 156-7.

47. FINOCCHI, GARBATI (2007), pp. 219-20.

48. Vedi *supra*, nota 9.

sterna a bagnarola romana, alla quale, in epoca imprecisata, sono stati aggiunti dei gradini evidentemente per utilizzarla come deposito, mentre la vicina cisterna 18, che si trova adiacente al portico orientale delle Terme a mare, di cui ha occluso alcune luci, sarebbe da assegnare ad una fase tarda, ma imprecisabile. Infine, la grande vasca/cisterna 27, se è da considerarsi in relazione all'acquedotto, avrebbe una datazione di fine II-inizio III secolo d.C., mentre la cisterna 46 con copertura a volta, se connessa alle terme di Levante, avrebbe una cronologia di IV secolo d.C.<sup>49</sup>.

#### 2.4. Contesti e funzionalità

Un'ulteriore lettura avviata nell'ambito del presente progetto riguarda la capacità di contenuto delle singole cisterne in relazione alle possibilità di approvvigionamento dell'acqua e alle forme del suo utilizzo; si è voluta quindi compiere un'indagine particolare mirata all'utilizzo dell'elemento "acqua", a partire dalle possibilità idriche stimate ed in relazione al possibile consumo da parte di unità familiari più o meno numerose o da parte di entità artigianali e produttive. Questo studio può permettere di svolgere alcune riflessioni, in caso di assenza di altre indicazioni, riguardo al contesto di riferimento originario delle riserve d'acqua, alle possibili forme di uso della risorsa in termini quantitativi e al numero dei potenziali fruitori (per uso alimentare o artigianale) di ciascuna cisterna nel corso dell'anno.

I principali fattori presi in considerazione sono stati la piovosità<sup>50</sup>, i consumi presunti di nuclei familiari composti da quattro a otto persone e la superficie presunta di raccolta dell'acqua<sup>51</sup>; nell'affrontare lo studio sulle forme d'uso delle cisterne in base a questi parametri si è osservato che esiste un nucleo significativo di cisterne, solitamente riferibili ad ambito privato, dotate di un volume di circa 10 m<sup>3</sup>.

49. Per quanto riguarda le ultime cisterne menzionate (17, 18, 27 e 46) si fa riferimento alle citazioni in TRONCHETTI (1986), pp. 20, 43, 61.

50. Per quanto riguarda la piovosità della Sardegna, e precisamente della zona costiera meridionale dove è posta *Nora*, bisogna ovviamente riferirsi ai dati odierni, certo non corrispondenti a quelli dell'evo antico ma almeno indicativi di una zona non arida ma nemmeno ad alta piovosità: la media odierna è collocabile intorno ai 500 mm annui di pioggia (dati Servizio Agrometeorologico Regionale Sardegna).

51. Si tratta di un dato molto difficile da calcolare poiché pochi dei contesti architettonici in cui si trovavano le cisterne è ben noto e perché è pure difficile stabilire quanta parte del tetto di una casa potesse essere sfruttato per la raccolta dell'acqua. Per questo si è cercato di fornire un "ventaglio" di misure variabile tra i 40 e i 100 m<sup>3</sup>.

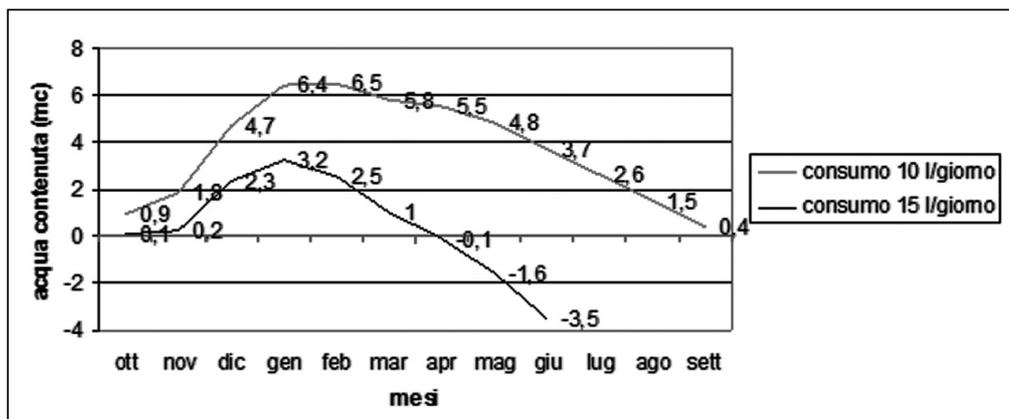


Fig. 7: Quantità d'acqua raccolta su 40 m<sup>3</sup> per 5 persone.

Questo primo grafico indica come, nel caso di una superficie di approvvigionamento costituita da un tetto di 40 m<sup>3</sup> e con un consumo fino a 10 litri al giorno per una famiglia di cinque persone, gli involucri di capacità compresa tra gli 8 e i 12 m<sup>3</sup> risultavano sufficienti a garantire la tranquilla sopravvivenza del nucleo per l'intero arco dei 12 mesi.

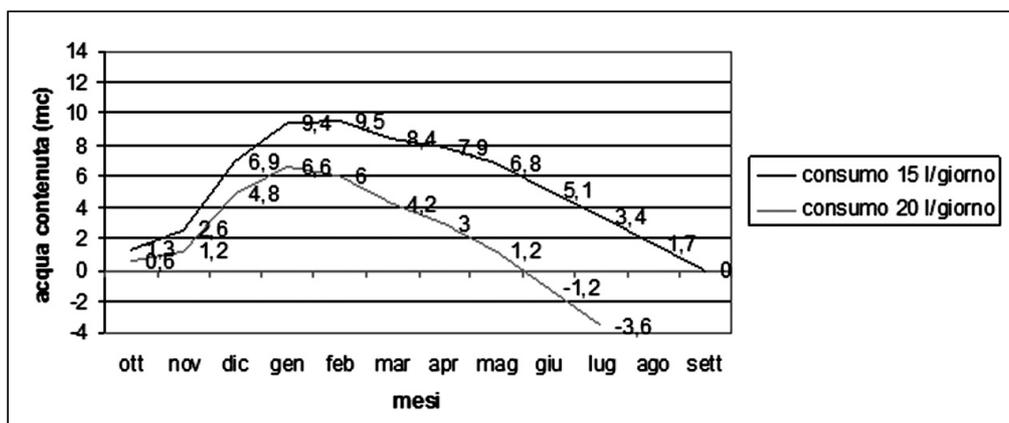


Fig. 8: Quantità d'acqua raccolta su 60 m<sup>3</sup> per 5 persone.

Il secondo grafico invece indica come nel caso di un approvvigionamento da un tetto di 60 m<sup>3</sup>, una cisterna da 10 m<sup>3</sup> poteva risultare sufficiente a garantire la sopravvivenza di un nucleo familiare di 5 persone anche con un elevato consumo, fino a 15 litri al giorno.

In generale, dove il dato è negativo (nelle abitazioni più piccole e con un numero maggiore di persone, e quindi con consumi maggiori), si può pensare che il consumo d'acqua giornaliero fosse mi-

nore oppure che l'approvvigionamento idrico fosse integrato con qualche altra risorsa, magari attraverso l'utilizzo di un pozzo che captava la falda acquifera sotterranea, tenendo pur presente che le operazioni secondarie (come la pulizia di ambienti o di animali) potevano anche essere compiute grazie all'acqua di mare o grazie al vicino torrente nei mesi di sua attività.

Laddove invece il surplus della quantità d'acqua è assai ampio (come nei casi di superfici di raccolta di 100 m<sup>3</sup>), veniva garantito il fabbisogno quotidiano a nuclei di persone più ampi (forse comprensivi della popolazione servile), oppure che il particolare complesso servito dalla cisterna non costituisse un contesto domestico bensì di diversa natura, come ad esempio un contesto artigianale, dove le quantità d'acqua richieste erano superiori ai consumi medi di un nucleo familiare. O, semplicemente, che l'acqua in eccesso fosse fatta evacuare.

Un primo dato di sintesi però emerge in forma significativa: il pur preliminare raffronto tra i dati del numero di cisterne urbane, della loro capacità media, dei sistemi di approvvigionamento e della piovosità dell'isola ci dice che lo standard qualitativo di vita e di igiene della città di *Nora* sarebbe stato molto alto, perché si basava su un possibile consumo medio per persona di acqua molto elevato (fino a 10 o 15 litri)<sup>52</sup>.

Seguendo queste considerazioni generali, potremmo supporre che le cisterne che presentano un volume compreso tra i 15 e i 25/30 m<sup>3</sup> siano da assegnare a contesti artigianali e produttivi, mentre se guardiamo ai bacini di volume superiore ai 30 m<sup>3</sup> (cisterne 7 e 8<sup>53</sup>, e 12), possiamo avanzare l'ipotesi che essi fossero parte di un contesto pubblico, sacro o civile<sup>54</sup>: la superficie di rac-

52. Riguardo alle stime di consumo dell'acqua nell'antichità vedi BONNIN (1984), pp. 30-2.

53. Si veda ad esempio TRONCHETTI (1986), pp. 24-5, riguardo alle cisterne 7 e 8 (di circa 33 m<sup>3</sup> di volume) collocate nel quartiere N-E: «L'ipotesi di un grande edificio in questa zona è rafforzata osservando, poco più avanti, sulla destra della strada, i potenti muri di terrazzamento che si immergono nel terreno non scavato, e l'inizio di una gradinata, larga 4,50 m, di cui rimangono solo le imposte dei primi tre gradini, e che si dirige verso la cima del colle. Che la sistemazione "monumentale" dell'area appartenga ad una fase avanzata della vita della città ci è testimoniato dalla presenza di cisterne, più volte riattate, una delle quali viene a trovarsi esattamente sull'asse della scalinata, e quindi ricoperta al momento di uso di quest'ultima».

54. Si evince da questa analisi la grande differenza di disponibilità idrica tra due città antiche della Sardegna: lo studio compiuto a Olbia da MEZZOLANI (2010),

colta in questo caso dovrebbe essere a ben ragione anche maggiore rispetto ai 100 m<sup>2</sup> succitati; queste cisterne potrebbero esser state utilizzate come scorta d'acqua per l'appunto pubblica in momenti di necessità collettiva.

Un discorso a parte meritano le tre grandi vasche/cisterne 18, 27 e 46: dato il volume di gran lunga superiore a tutte le altre cisterne norensi (stimato in almeno 60 m<sup>3</sup> ciascuna) e viste le cronologie proposte per la loro datazione (vedi *supra*), si potrebbe ipotizzare che oltre all'acqua piovana queste fossero rifornite anche dall'acquedotto, costruito proprio in questa fase storica della città (III secolo d.C.), laddove le vasche 18 e 46 potrebbero essere poste in relazione ai complessi termali ad esse attigui, mentre l'invaso 27 potrebbe costituire una struttura pubblica civile direttamente connessa all'acquedotto.

Dal primo studio compiuto si è così intuita l'enorme potenzialità indiziaria delle cisterne come elemento utile per ricostruire tecniche di costruzione e tecnologie antiche di una comunità sardo-punica e sardo-romana, contesti architettonico-funzionali (privati, artigianali, pubblici) in assenza di altri elementi, e una storia del rapporto tra l'uomo e le risorse ambientali.

S. C.

## Appendice

### **Analisi archeometriche sulle malte di rivestimento delle cisterne punico-romane di *Nora***

Nel 2010 è stata eseguito il campionamento delle malte di rivestimento di alcune cisterne di *Nora* in corso di studio, allo scopo di identificare i materiali costituenti gli intonaci, evidenziare i rapporti stratigrafici tra i vari livelli e definire eventuali fasi costruttive coeve tra i manufatti.

La scelta delle tecniche più idonee alla caratterizzazione delle malte è stata guidata principalmente dai quesiti cui si voleva rispon-

pp. 1773-5, ha portato alla preliminare ipotesi che il volume delle cisterne private "a profilo ellissoidale" fosse compreso tra i 2,73 ed i 5,55 m<sup>3</sup>, mentre quello riguardante i depositi pubblici arrivasse fino a circa 19 m<sup>3</sup>. Questo importante confronto denota la diversa realtà e ricchezza raggiunta dalla città di *Nora* in un medesimo periodo storico.

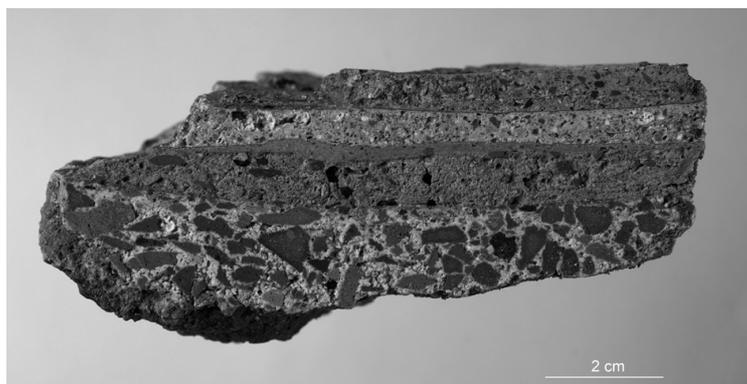


Fig 9: Cisterna C6A: sezione trasversale che mostra la successione degli strati di intonaco.

dere mediante l'indagine archeometrica, il che ha portato a un approccio costituito da una preliminare descrizione macroscopica seguita da una più dettagliata analisi petrografica al microscopio ottico, nonché un approfondimento mediante SEM-EDS<sup>55</sup> di alcuni campioni. Di seguito si presenta una sintesi dei dati ricavati da questo studio archeometrico condotto su 35 campioni di malta di rivestimento.

Dal punto di vista della stratigrafia è emerso che su 35 frammenti di intonaco analizzati 12 sono costituiti da un solo strato, 11 da due strati, 5 da tre strati, 4 da quattro strati. Solo due campioni presentano una stratificazione più complessa. Si tratta dei campioni C5A e C5B, provenienti dalla medesima cisterna, che, sovrapposti, formano un'unica sequenza stratigrafica costituita da cinque strati, e del campione C6A anch'esso costituito da cinque strati (FIG. 9). In generale non è stata riscontrata nei campioni multi-stratificati una regolarità nella sovrapposizione dei diversi tipi di impasto ma il susseguirsi degli strati sembra piuttosto di natura casuale; la sequenza potrebbe però essere dovuta ad una serie di rifacimenti o ad interventi di manutenzione. Non si nota infatti, né l'utilizzo di malte a granulometria decrescente procedendo dalla muratura verso l'esterno, né una predilezione di un tipo o l'altro di aggregato per lo strato preparatorio o per gli strati finali.

Passando allo studio mineralogico-petrografico della *matrice* degli impasti, essa si presenta in due diverse tipologie. La prima tipologia

55. Sia la descrizione macroscopica che l'analisi petrografica sono state eseguite seguendo le indicazioni delle seguenti norme sulle malte e sullo studio petrografico di queste: UNI 11305:2009; UNI 11176:2006; UNI 10924:2001.

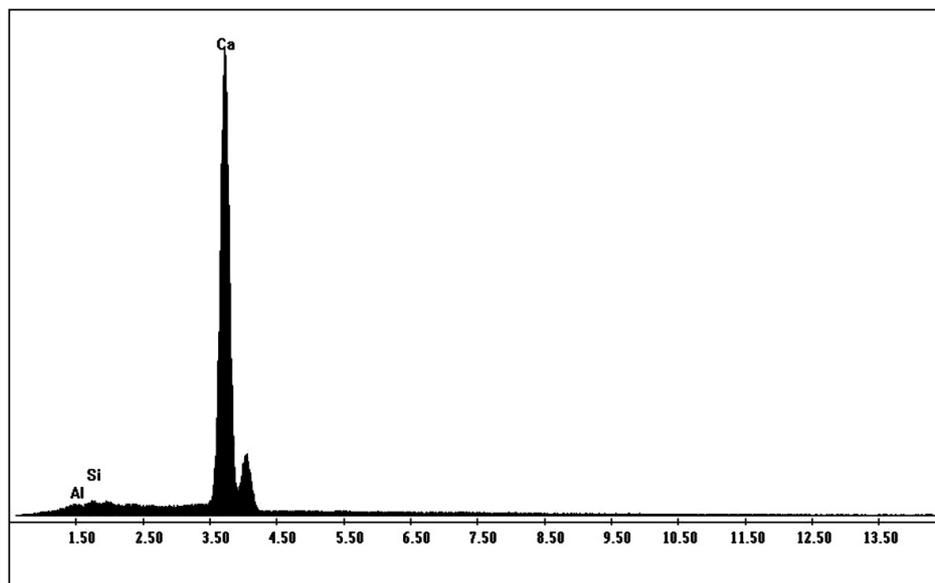


Fig. 10: Spettro EDS dello strato “a” del campione C<sub>32</sub>A. La microanalisi rivela la natura aerea della malta.

è definita come *micrite-like*<sup>56</sup>; essa possiede un aspetto simile a quello della matrice di un calcare micritico (pulita e compatta) e caratterizza il 75% dei campioni (dove per campione di intende ogni singolo strato). Il restante 25% dei campioni presenta invece una matrice di tipo *spotted*<sup>57</sup>, ossia costituita da calcite cripto – e microcristallina ricca in inclusi microcristallini, non risolvibili nemmeno ad alti ingrandimenti, probabilmente costituiti da silico-alluminati di calcio. Dai valori dell'indice di idraulicità misurati sui grumi di calce e ricavati mediante analisi EDS, si evince che originariamente il legante era costituito per lo più da calce aerea tranne in rari casi in cui esso appare di natura debolmente idraulica (FIG. 10). Questo testimonia come per la produzione di calce venissero preferiti calcari puri ma anche come, in alcuni casi, fossero utilizzati calcari con un contenuto, seppur basso, di argilla. L'indice di idraulicità misurato direttamente sulle matrici rivela che la maggior parte dei campioni è costituita da malta di tipo più o meno idraulica. Questo è da attribuirsi all'utilizzo di aggregato con proprietà idraulizzanti come frammenti di materiale ceramico di diversa granulometria e/o materiale carbonioso costituito da cenere e frammenti di carbone.

56. PIOVESAN *et al.* (2009), pp. 65-79.

57. PIOVESAN *et al.* (2009).

Sulla base della composizione minero-petrografica dell'*aggregato*, si sono potuti definire ben cinque gruppi petrografici, alcuni dei quali comprendenti ulteriori sottogruppi definiti sulla base di piccole variazioni della natura e/o delle proporzioni reciproche dei componenti. Riassumendo si può concludere che su 76 campioni (strati):

- 18 campioni rientrano nel Gruppo 1, con aggregato caratterizzato da sabbia silicatica prevalentemente costituita da cristalli di quarzo con pochi cristalli di feldspato, frammenti di calcari sparitici e/o microsparitici, gusci di foraminiferi e bivalvi, frammenti di rocce (magmatiche e metamorfiche), minerali opachi nonché rari frammenti di carbone, miche e pirosseni;
- 50 campioni rientrano nel Gruppo 2, in cui l'aggregato è caratterizzato da frammenti e polvere di cocchiopesto misti a poca sabbia silicatica costituita da quarzo, feldspati, frammenti di rocce effusive, calcari sparitici, gusci fossili, rari frammenti di carbone e minerali opachi, con tracce di pirosseni, anfiboli e miche (biotite);
- 3 campioni rientrano nel Gruppo 3 caratterizzato da un aggregato composto prevalentemente da sabbia silicatica e abbondante materiale organico (carbone e/o cenere) con l'aggiunta di una quantità minima di cocchiopesto, minerali opachi, gusci fossili e frammenti di rocce carbonatiche microsparitiche;
- 4 campioni rientrano nel Gruppo 4 in cui l'aggregato è composto da sabbia silicatica caratterizzata da abbondanti frammenti di rocce effusive e vetro con aggiunta di poco cocchiopesto;
- 1 campione rientra nel Gruppo 5 dove l'aggregato è costituito da sabbia prevalentemente silicatica ricca in frammenti lapidei (arenarie, calcari sparitici, rocce effusive) e cocchiopesto;

In generale la composizione dell'aggregato appare compatibile con i depositi locali derivanti dal disfacimento di rocce effusive (andesiti del ciclo vulcanico calcalino Oligo-Miocenico) metamorfiche (quarziti, metapeliti, metarenarie e metasiti dell'Ordoviciano medio e del Carbonifero inferiore) magmatiche (complesso plutonico Carbonifero-Permiano) nonché sedimentarie (arenarie eoliche Quaternarie)<sup>58</sup> (FIGG. 9-10).

La composizione chimica di alcuni frammenti vetrosi ritrovati nella sabbia utilizzata come aggregato suggerisce che questo vetro abbia origine naturale (vetro vulcanico). È da notare che dalla geo-

58. CARMIGNANI *et al.* (1996).

logia del territorio afferente a *Nora* non sono presenti vetri vulcanici di questo tipo; si potrebbe ipotizzare quindi che tale materiale sia stato importato da altre zone della Sardegna (dal Monte Arci o dalla più vicina isola di Sant'Antioco). Dal confronto tra le composizioni dei vetri vulcanici del Monte Arci e dei frammenti vetrosi riscontrati nei campioni di malta delle cisterne norensi non appare alcuna coincidenza<sup>59</sup>; tale coincidenza è stata però riscontrata negli intonaci provenienti dal Teatro di *Nora*<sup>60</sup>. Da questo studio è emerso che i frammenti di vetro vulcanico utilizzati come aggregato, in alcuni casi, presentano una grande similitudine con campioni di ossidiana provenienti dalla zona di Perdus Urias (nel versante orientale del Monte Arci) in cui evidenze archeologiche dimostrano la presenza di siti di lavorazione dell'ossidiana in epoca nuragica. Tuttavia in questa località non sono state riscontrate zone di estrazione di materiale pozzolanico in epoca romana: quindi, si può ipotizzare che la presenza di materiale vetroso negli impasti degli intonaci del Teatro e delle cisterne di *Nora* possa essere dovuta all'aggiunta di scarti di lavorazione dell'ossidiana, provenienti dai resti dell'insediamento nuragico che doveva trovarsi nell'area della penisola prima dell'insediarsi dei gruppi fenici.

Le caratteristiche di alcuni campioni permettono di fare alcune considerazioni di particolare interesse inerenti alle diverse fasi costruttive delle cisterne. In particolare, osservando le similitudini composizionali degli aggregati di alcuni campioni si può affermare che questi possono aver subito un intervento coevo. È il caso dei campioni:

- C<sub>10</sub>B e C<sub>27</sub>B, entrambi composti da due strati (a e b), rispettivamente: uno strato di base *a* appartenente al sottogruppo 2d caratterizzato da sabbia silicatica e materiale ceramico scarsamente classato a cui si aggiunge una discreta percentuale di minerali opachi, e da uno strato *b* appartenente al sottogruppo 1c che presenta una matrice *spotted* (per la presenza di argilla) e un aggregato composto quasi esclusivamente da quarzo;
- C<sub>8</sub>A e C<sub>13</sub>A pertinenti a due cisterne del tipo “a bagnarola”, entrambi composti da due strati, rispettivamente: uno strato *a* facente parte del sottogruppo 3a, caratterizzato da un aggregato co-

59. TYKOT (1997).

60. GARAU, COLUMBU, MACCIOTTA, MARCHI (2006).

stituito da sabbia silicatica con aggiunta di abbondanti frammenti di carbone a granulometria arenacea e uno strato *b* appartenente al sottogruppo 2a caratterizzato da una matrice tipo micrite-like con grumi di calce e un aggregato composto da cocciopesto scarsamente classato e quarzo a granulometria arenacea grossolana;

– C<sub>1A</sub>, C<sub>27A</sub> e CVA pertinenti a strutture diverse, rispettivamente una cisterna “a bagnarola”, una cisterna “a vascone” e un ambiente a volta (interpretato come deposito per la raccolta dell’acqua). Queste sono caratterizzate da un rivestimento costituito da due strati di intonaco, rispettivamente: uno strato di base *a*, appartenente a sottogruppo 1a che si distingue per l’aggregato composto esclusivamente da quarzo mono e policristallino e matrice tipo *micrite-like*, e da uno strato *b* rientrante nel sottogruppo 2a su citato.

Un caso interessante è costituito dai campioni C<sub>5A</sub> e C<sub>5B</sub>, prelevati dalla stessa cisterna ma in due punti diversi in cui si erano riscontrate differenze macroscopiche nella stratigrafia degli intonaci. Dall’analisi petrografica di questi campioni si è evinto che i due sono riconducibili ad un’unica sequenza stratigrafica: il primo strato del campione C<sub>5B</sub> (strato *a*) coincide infatti con l’ultimo strato del campione C<sub>5A</sub> (strato *c*). Questo porta a ipotizzare che cisterna C<sub>5</sub> fosse rivestita da ben cinque strati di intonaco. Gli strati *a* e *b* del campione C<sub>5A</sub> potrebbero corrispondere ad un primo rivestimento della cisterna; in seguito al degrado e alla perdita di strati di intonaco con tutta probabilità si è intervenuti con la stesura di uno strato di intonaco per uniformare le superfici che potrebbe corrispondere con lo strato *c* del campione C<sub>5A</sub> e con lo strato *a* del campione C<sub>5B</sub>. Su quest’ultimo sarebbero stati stesi gli altri due strati (*b* e *c*) di intonaco.

Da un confronto eseguito con le analisi effettuate sulle cisterne di *Tharros*, qui solo sommariamente discusso, si può affermare che esistono evidenti affinità nei procedimenti costruttivi e nell’uso dei materiali dei rivestimenti.

Sarebbe interessante in questo senso poter effettuare dei confronti anche con campioni provenienti da altri siti punico-romani presenti in Sardegna in modo da colmare le lacune conoscitive sulle malte, in particolare di quelle prodotte in Sardegna in epoca pre-romana.

R. V. E.

## Bibliografia

- ACQUARO E., FRANCISI M. T., MEZZOLANI A. (2002), *Approvvigionamento idrico di Tharros: analisi e funzionalità conservative*, in *In binos actus lumina, Atti del Convegno internazionale (Ravenna, 13-15 maggio 1999)*, «Rivista di studi e ricerche sull'idraulica storica e la storia della tecnica», 1, pp. 57-69.
- AGUS M., CARA S., FALEZZA G., MOLA A. (2009), *I materiali da costruzione e i marmi bianchi*, in J. BONETTO, G. FALEZZA, A. R. GHIOTTO (a cura di), *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda Antichità. Scavi 1997-2006*, II. 2. *I materiali di età romana e altri studi*, Padova, pp. 853-69.
- ANGIOLILLO S. (1981), *Mosaici antichi in Italia. Sardinia*, Roma, pp. 90-7.
- BARRECA F., FANTAR M. H. (1983), *Prospezione archeologica al Capo Bon II*, Roma.
- BERTO S., FALEZZA G., GHIOTTO A. R., ZARA A. (2012), *Il Tempio romano di Nora. Nuovi dati*, in *L'Africa romana XIX*, pp. 2011-30.
- BONETTO J. (1996), *Nora IV. Lo scavo: Area "D"*, «QSACO», 13, pp. 153-60.
- BONETTO J. (2002), *Nora municipio romano*, in *L'Africa romana XIV*, pp. 1199-217.
- BONETTO J., BERTO S., CESPA S., ZARA A. (2010), *Il Tempio romano. Il saggio "PSI". Campagna di scavo 2008*, «Quaderni Norensi», III, pp. 161-77.
- BONETTO J., BUONOPANE A., GHIOTTO A. R., NOVELLO M. (2006), *Novità archeologiche ed epigrafiche dal foro di Nora*, in *L'Africa romana XVI*, pp. 1945-69.
- BONETTO J., FALEZZA G. (2009), *Scenari di romanizzazione a Nora: un deposito di fondazione e un deposito votivo per la costituzione della provincia Sardinia et Corsica*, «Sardinia, Corsica et Baleares Antiquae», VII, pp. 81-100.
- BONETTO J., FALEZZA G., GHIOTTO A. R., NOVELLO M. (a cura di) (2009), *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda Antichità. Scavi 1997-2006*. I. *Lo scavo*; II, 1. *I materiali di età preromana*; II, 2. *I materiali di età romana e altri studi*; III. *Le unità stratigrafiche e i loro reperti*; IV. *I diagrammi stratigrafici e la pianta generale*, Padova.
- BONETTO J., FALEZZA G., PAVONI M. G. (2010), *Il Tempio romano. Il saggio PSI. La lastra fittile con rappresentazione di volto umano e le monete*, «Quaderni Norensi», III, pp. 178-97.
- BONETTO J., GHIOTTO A. R., ROPPA A. (2008), *Le variazioni della linea di costa e l'assetto insediativo nell'area del foro di Nora tra età fenicia ed età romana*, in *L'Africa romana XVII*, pp. 1591-616.
- BONNIN J. (1984), *L'eau dans l'antiquité. L'hydraulique avant notre ère*, Paris.
- BULTRINI G., MEZZOLANI A., MORIGI A. (1996), *Approvvigionamento idrico a Tharros. Le cisterne*, «RStudFen», 24, pp. 103-127.

- CARMIGNANI L. *et al.* (1996), *Carta geologica della Sardegna*, 1: 200.000 (Foglio Sud), Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- CARRIÉ J.-M., SANVITI N. (1977), *Le sécteur B*, «AntAfr», 11, pp. 67-94.
- COSSU C. (2003), *Resti di frequentazione romana a "Is Fradis Minoris"*, in TRONCHETTI C. (a cura di), *Ricerche su Nora II (anni 1990-1998)*, Cagliari, pp. 125-8.
- DI GREGORIO F., FLORIS C., MATTA P., TRONCHETTI C. (2005-06), *Ricerche geoarcheologiche sui centri fenicio-punici e poi romani della Sardegna centro-meridionale. Nora: nota 1*, «QSACO», 22.2, pp. 47-85.
- DI GREGORIO F., FLORIS C., MATTA P., TRONCHETTI C. (2006), *Ricerche geoarcheologiche sul sistema di approvvigionamento idrico di Nora (Sardegna meridionale)*, «Geoarcheologia», 1, pp. 41-58.
- FABIANI F., GUALANDI M. L. (2011), *La via del Porto a Nora e le ricerche dell'Università di Pisa*, in *Vent'anni di scavi a Nora. Formazione, ricerca e politica culturale, Atti della giornata di studi (Padova, 22 marzo 2010)*, a cura di J. BONETTO, G. FALEZZA, Padova.
- FINOCCHI S. (2000), *Nuovi dati su Nora fenicia e punica*, in C. TRONCHETTI (a cura di), *Ricerche su Nora I (anni 1990-1998)*, Cagliari, pp. 285-302.
- FINOCCHI S., GARBATI G. (2007), *Il Colle e l'“Alto luogo” di Tanit: campagne 2005-2006. Lo scavo della cisterna: notizia preliminare*, «Quaderni Norensi», II, pp. 211-33.
- FURLAN G., GHIOTTO A. R. (2010), *Il saggio PP. campagna di scavi 2008*, «Quaderni Norensi», III, pp. 198-208.
- GARAU A. M., COLUMBU S., MACCIOTTA G., MARCHI M. (2006), *Caratterizzazione mineralogico-petrografica delle malte del Teatro di Nora (Sardegna sud occidentale)*, in *85 Congresso Fluminimaggiore, 27-30 settembre 2006*, Fluminimaggiore.
- GHIOTTO A. R. (2010), *Un marchio di cava di Nora*, in *L'Africa romana XVIII*, pp. 2169-76.
- GHIOTTO A. R., NOVELLO M. (2004), *Il tempio del foro di Nora*, in *L'Africa romana XV*, pp. 141-50.
- GINOUVÈS R. (1992), *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine*, II. *Éléments constructifs: supports, couvertures, aménagements intérieurs*, Rome, pp. 207-8.
- GIULIANI C. F. (1990), *L'edilizia nell'antichità*, Firenze.
- GUALANDI M. L., FABIANI F., DONATI F. (2003), *L'isolato lungo la via del porto*, in *Nora 2003*, Pisa, pp. 81-97.
- LANCEL S. (1979), *Byrsa I. Mission archéologique française à Carthage. Rapport préliminaires des fouilles (1974-1976)*, Roma.
- MEZZOLANI A. (1997), *L'approvvigionamento idrico a Tharros: note preliminari*, in E. ACQUARO, M. T. FRANCISCI, G. INGO, L. I. MANFREDI (a cura di), *Progetto Tharros*, Roma, pp. 121-30.
- MEZZOLANI A. (2010), *Sistemi di raccolta idrica a Olbia: dati tipologici, strutturali e topografici sulle cisterne di età punica*, in *L'Africa romana XVIII*, pp. 1761-75.

- MONGIU M. A. (1987), *Archeologia urbana a Cagliari: l'area di viale Trieste* 105, «QSACO», 4, pp. 51-78.
- NERVI C. (2003), *Nora: la c.d. fullonica*, in C. TRONCHETTI, *Ricerche su Nora II (anni 1990-1998)*, Cagliari, pp. 61-75.
- PESCE G. (1961), *Sardegna Punica*, Cagliari.
- PIOVESAN R., CURTI E., GRIFA C., MARITAN L., MAZZOLI C. (2009), *Ancient Plaster Technology: Petrographic and Microstratigraphic Analysis of Plaster-based Building Materials from the Temple of Venus, Pompeii*, in P. S. QUINN (ed.), *Interpreting Silent Artefacts: Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics*, Oxford, pp. 65-79.
- RIERA I. (1994), *Le cisterne*, in G. BODON, I. RIERA, P. ZANOVELLO (a cura di), *Utilitas necessaria*, Milano, pp. 299-79.
- ROPPA A. (2009), *Le variazioni della linea di costa nel settore meridionale della penisola di Nora*, in J. BONETTO, A. R. GHIOTTO, M. NOVELLO, *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda Antichità. Scavi 1997-2006. I. Lo scavo*, a cura di J. Bonetto, Padova, pp. 27-38.
- THUILLIER J.-P. (1979), *Rapport préliminaire sur la campagne de 1976 (niveaux puniques). Fouilles dans le secteur nord-est de l'îlot C*, in S. LANCEL (ed.), *Byrsa I. Mission archéologique française à Carthage. Rapport préliminaires des fouilles (1974-1976)*, Rome, p. 232.
- TRONCHETTI C. (1986), *Nora*, Sassari.
- TYKOT R. H. (1997), *Characterization of the Monte Arci (Sardinia), Obsidian Sources*, «Journal of Archaeological Sciences», 24, pp. 467-79.