

VOL. 1 | 2022

ARCHEOLOGIE TRA ORIENTE E OCCIDENTE

CENTRO
INTERDIPARTIMENTALE
DI SERVIZI
CISA
DI ARCHEOLOGIA



UniorPress

NAPOLI



UNIVERSITÀ DI NAPOLI
L'ORIENTALE

Archeologie tra Oriente e Occidente 1/2022

ISSN 2974-7651



UniorPress

Archeologie tra Oriente e Occidente is an Open Access and double-blind peer review annual online journal - <http://serena.unina.it/index.php/cssaunior>



Centro Interdipartimentale di Servizi di Archeologia
Università di Napoli L'Orientale
Vicoletto I, S. Maria ad Agnone 8, 80143 Napoli
cisa@unior.it



Edited by UniorPress
Università di Napoli L'Orientale
Palazzo del Mediterraneo - Via Nuova Marina 59, 80133 Napoli
uniorpress@unior.it

Pagine 120 + covers; Dimensioni 21×29,7 cm

ISSN 2974-7651

Archeologie tra Oriente e Occidente DOI:

<https://doi.org/10.6093/archeologie/2022/1>

DIRETTORE

Andrea D'Andrea

COMITATO SCIENTIFICO

Barbara Barich
Irene Bragantini
Pia Brancaccio
Teresa E. Cinquantaquattro
Maria Vittoria Fontana
Bruno Genito
Fabrizio Pesando
Guido Vannini

COMITATO EDITORIALE

Matteo D'Acunto
Andrea D'Andrea
Maria De Vivo
Roberta Giunta
Johanna Monti

COMITATO DI REDAZIONE

Rosario Valentini (Redattore capo)
Amanda Antonelli
Angela Bosco
Dora D'Auria
Annarita Doronzio
Eleonora Minucci
Alexia Pavan



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The authors retain the copyright and full publishing rights without restrictions

In copertina: Parco archeologico di al Balīd (parte occidentale), Sultanato dell'Oman (foto da Google Earth) e mappatura dei mounds con gps palmare - elaborazione foto Rosario Valentini

Indice

Editoriale

Andrea D'Andrea I-II

Saggi

Maria Diletta Pubblico

Making a Cat Mummy. Some Case Studies from Italian Collections 1-12

Michele Degli Esposti

Khor Kharfut (Dhofar). A Reassessment of the Archaeological Remains 13-32

Andrea D'Andrea

Dal CAD al GIS: criticità nel riuso di legacy data archeologici 33-45

Zied Mnasri

Arabic-Character Historical Document Processing: Why and How To? 47-59

Scoperte

Roberta Giunta, Alexia Pavan

First Archaeological Activities by the University of Naples L'Orientale in Dhofar, Sultanate of Oman 1-10

Fabrizio Pesando, Marco Giglio, Marco Capurro, Domenico Garzillo, Chiara Mattei

Indagini archeologiche presso il tempio forense di Cupra Marittima (AP) 11-21

Marco Giglio, Angela Bosco, Rosario Valentini, Chiara Mattei, Ilaria Di Tano, Maria Cuomo, Fabrizio Baiano

Nuove ricerche nel settore termale e del cd. vigneto della villa imperiale del *Pausilypon* di Napoli 23-41

Recensioni

Angela Bosco

Nicolò Dell'Unto e Gicomo Landeschi, *Archaeological 3D GIS*, Taylor & Francis, 2022, London and New York , pp. 154 1-3

Editoriale



Editoriale

Archeologie tra Oriente e Occidente è la nuova rivista promossa dal Centro Interdipartimentale di Servizi di Archeologia (CISA) dell'Università di Napoli L'Orientale che ha sostituito nel 2022 la *Newsletter di Archeologia CISA* (ISSN 2036-6353) la cui attività è cessata per volontà del Comitato Direttivo e Scientifico del Centro.

Il periodico ha cadenza annuale e si propone di offrire uno spazio di confronto aperto su aspetti, tematiche, cambiamenti di approcci e metodi senza distinzione areale o cronologica. I contributi sono sottoposti a un processo di revisione secondo la modalità del “doppio cieco”. Editori, autori e revisori gestiscono autonomamente, tramite piattaforma online SHARE (*Scholarly Heritage and Access to Research*), la presentazione, la revisione e, in caso di accettazione del contributo, la pubblicazione.

La rivista, che conserva il carattere di pubblicazione Open Access, contiene tre sezioni: *Saggi*, *Scoperte* e *Recensioni*. La prima accoglie saggi scientifici, senza limiti geografici, culturali e cronologici; la seconda ospita rapporti di scavo; la terza riflessioni sulle novità editoriali. *Archeologie tra Oriente e Occidente* è volutamente declinata al plurale e con orizzonti molto ampi per sottolineare non solo il carattere interdisciplinare che oramai ha assunto la ricerca archeologica, ma anche per stimolare una riflessione su settori e approcci innovativi. L'idea che anima la nuova iniziativa è di dare spazio ad approfondimenti tematici, anche sperimentali, nei quali vengono testate nuove metodologie di documentazione, rilevamento, gestione e interpretazione dei dati archeologici.

Il primo volume contiene quattro saggi: il primo affronta il tema della mummificazione di alcuni esemplari di gatto conservati in collezioni italiane; il secondo uno studio sulla distribuzione

Archeologie tra Oriente e Occidente is the new journal promoted by the Interdepartmental Center for Archaeology Services (CISA) of the University of Naples L'Orientale that replaced in 2022 the *Newsletter di Archeologia CISA* (ISSN 2036-6353) whose activity ceased at the behest of the Steering and Scientific Committee of the Center.

The journal has an annual cadence and provide a space for open discussion on aspects, issues, changes in approaches and methods without areal or chronological distinction. Contributions undergo a review process according to the “double-blind” mode. Editors, authors, and reviewers independently manage, through SHARE (*Scholarly Heritage and Access to Research*) online platform, the operations of submission, review and, in case of acceptance of the contribution, its publication.

The journal, which retains the character of an Open Access publication, contains three sections: Essays, Discoveries, and Reviews. The first is intended to accommodate scholarly essays, with no limitations on geographic, cultural, or chronological areas; the second hosts excavation reports; the third features reflections on editorial news. *Archeologie tra Oriente e Occidente* is deliberately declined in the plural and with very broad horizons to emphasize not only the interdisciplinary character that archaeological research has now taken on, but also to stimulate reflection on innovative fields and approaches. The idea behind the new publishing initiative is to provide space for thematic insights, including experimental and transdisciplinary ones, in which new methodologies of documentation, survey, management and interpretation of archaeological data are tested.

di aree di frequentazione pre e tardo-islamica nella regione del Dhofar (Sultanato dell'Oman); gli altri due si occupano di tematiche più vicine alla sfera delle *Digital Humanities*: in particolare gli aspetti relativi al riuso dei cd. *legacy data* in nuove ricerche topografiche e allo sviluppo di procedure per la trascrizione automatica e semi-automatica di documenti in caratteri arabi. La sezione *Scoperte* comprende alcuni report che illustrano l'attività di scavo condotta da gruppi di ricerca dell'Università di Napoli L'Orientale in Dhofar (Oman), a Napoli e a Cupra Marittima (AP). Infine, nella sezione *Recensioni* è esaminato il volume a cura di Nicolò dell'Unto e Giacomo Landeschi sul GIS in 3D.

Nell'inaugurare il primo numero della rivista desidero ringraziare i proff. Bruno Genito e Fabrizio Pesando, che prima di me hanno diretto la *Newsletter di Archeologia CISA*, divenuta nel frattempo rivista scientifica ai fini dell'Abilitazione Scientifica Nazionale per l'Area 10, e il Comitato Direttivo e Scientifico del CISA che ha voluto conferirmi l'onore di dirigere la nuova rivista. Desidero, infine, ringraziare il Comitato Scientifico, il Comitato Editoriale e il Comitato di redazione per il lavoro svolto. Un grazie particolare all'amico Rosario Valentini che della rivista è l'insostituibile Redattore Capo.

La possibilità di pubblicare velocemente nuovi contributi sfruttando le connessioni telematiche che riducono drasticamente i costi di stampa e di distribuzione favorisce senza dubbio un allargamento della platea di autori e di lettori, e l'accesso alla scrittura e lettura. Nella piena convinzione che la ricerca archeologica debba iscriversi come scienza pubblica in costante dialogo con tutte le anime della società e della cultura, il nostro desiderio è che si possano trovare nelle pagine della rivista nuovi spunti e originali filoni di ricerca.

The first volume hosts four essays dealing with different topics: the first focuses on the mummification of some cat specimens preserved in Italian collections; the second presents a study on the distribution of pre- and late-Islamic sites in the Dhofar region (Oman); the other two deal with issues closer to the sphere of *Digital Humanities*: in particular, aspects related to the reuse of *legacy data* in new topographical research and the development of procedures for automatic and semi-automatic transcription of documents in Arabic characters are examined. The Discoveries section welcomes some reports illustrating the excavation activity conducted by some research groups of the University of Naples L'Orientale in Dhofar (Sultanate of Oman), in Naples and Cupra Marittima (AP). The *Reviews* section hosts the recent volume edited by Nicolò dell'Unto and Giacomo Landeschi on GIS in 3D.

In inaugurating the first issue of the journal, I would like to thank Professors Bruno Genito and Fabrizio Pesando, who before me edited the *Newsletter di Archeologia CISA*, which has since become a scientific journal, and the Steering and Scientific Committee of CISA, which was willing to confer me the honour of editing the new journal. Finally, I would like to acknowledge the Scientific Committee, Editorial Board and Editing Board for their work. Special thanks to my friend Rosario Valentini who is the irreplaceable Editor-in-Chief of the journal.

The publication of new contributions quickly by taking advantage of telematic connections, which drastically reduce printing and distribution costs, undoubtedly favours a broadening of the audience of authors and readers access to writing and reading. In the belief that archaeological research should inscribe itself as a public science in constant dialogue with all souls of society and culture, our wish is that one can find in the pages of the journal new insights and original strands of research.

Napoli 31.12.2022

Andrea D'Andrea

Saggi

Making a Cat Mummy. Some Case Studies from Italian Collections

Maria Diletta Pubblico
Independent researcher

Abstract

The mummification of sacred animals surged in the New Kingdom and reached its peak between the Third Intermediate and Roman Periods. Animal mummies are artefacts, which give information about Egyptian cults and funerary practices, especially the mummification process. At the same time, their study offers a unique perspective where one can explore the social and economic impact of the proliferation of sacred animals, as well as the evolution of each individual species and their environment. After a brief overview on cats in Egyptian daily life and material culture, this work will focus on their role as sacred animals, and on different techniques used to make cat mummies, using unpublished samples kept in Italian collections as case studies.

Keywords: cats, animal cults, craft, mummification, Egyptian religion

Citation: Pubblico, M. (2022) Making a Cat Mummy. Some Case Studies from Italian Collections. *Archeologie tra Oriente e Occidente* 1, 1-12. <https://doi.org/10.6093/archeologie/9385>

Corresponding author: diletta.pubblico@gmail.com

From the Predynastic Period, cats are attested in Egypt as proven by cat remains buried in both human and independent graves.¹ According to some scholars, during the Old Kingdom, genets and ichneumons were more common in iconography than cats (Alliot 1951, p. 21). However, Houlihan (1996) postulated that from the 5th Dynasty the swamp cat (*felis chaus nilotica*) was represented. A cat is depicted with an oryx on a relief-fragment from the Room of the Seasons in the Sun Temple of Nyuserra at Abu Ghurab.² Two hunting scenes, coming from the tomb of Pehenouka at Saqqara, show a feline advancing towards both a porcupine and a gazelle (De Cenival 1999, p. 76). Moreover, a limestone relief found in the Middle Kingdom pyramid complex of Amenemhat at el-Lisht, but stylistically dated back to the later Old Kingdom (5th-6th Dynasties) bears the epithet “Lord of Cats’ Town”.³ This demonstrates that cats were well-known during this time, but that they were not yet domesticated. In the Middle Kingdom, the sign , which translates to the onomatopoeic word *miw/imy*⁴ “cat”, is attested for the very first time both in writing and onomastics (Malek 1993, pp. 47-48). The word was also used for an epithet of the cat-headed goddess Pakhet (*Hwt mit*; Alliot 1951, p. 20),

¹ See the case of Mostagedda; Estep 1992-93, p. 74.

² Ägyptisches Museum, Berlin, Inv. no. 14814; von Bissing 1956, p. 337, pls. I Ib, XXId; Edel, Wenig 1974, p. 28, tf. 20, no. 710.

³ Metropolitan Museum of Art, New York, Inv. no. 15.3.1708; Goedicke 1971. The epithet was still attested in the Ramesside Period (Aufrière 1999).

⁴ Bresciani 2007, p. 84. Alliot (1951, p. 20) proposed *ēmīou*, *ēmou*; *ēmīē*.

phonetically written above the image of a cat, painted in the tomb of Baqet III at Beni Hassan.⁵ Also dating to this time period is the earliest-known three-dimensional representation of the feline in Egyptian art.⁶ These sources could suggest that the role of cats was changing within Egyptian daily life. From the New Kingdom onward, the cat is frequently attested in domestic contexts, where it appears as a beloved family pet. Due to its fertility (Plutarco, *De Isis and Osiris*, 63), it was identified as a protector of the family, the home and newborns and was frequently shown under the seat of the mistress of the house, as a symbol of female sensuality (Mekhitarian 1991, pp. 23-30, Malek 1993, pp. 112-122). An example of a deep connection between men and cats is shown by the limestone sarcophagus⁷ that the prince Djhutimose built for his own cat, Ta-myt.⁸ On its sides, is the first evidence we have of a depiction of a cat mummy (Fig. 1).



Fig. 1 - CG 5003 - Egyptian Museum (Cairo), XVIII Dynasty, Mit Rahina

The mummification of sacred animals first began in the New Kingdom,⁹ and increasingly gained popularity between the Third Intermediate and Roman Periods (Bleiberg 2013; Ikram 2015). The reason for the proliferation of animal cults is still debated.¹⁰ Some scholars (Ikram 2005, p. 8) believe that this phenomenon was a religious expression of national identity in order to counteract foreigners who ruled and inhabited Egypt from the Third Intermediate Period onwards. Others (Meeks 1986, p. 190) speculated that these animals (which according to some texts in the Hor archive were a living manifestation of deities),¹¹ *made the gods, on some level, more accessible to the people* (Ikram 2015, p. 4). Furthermore, the increase in popularity of animal cults was supported by the administrative policy of the pharaohs who during these times, benefited economically from the growth of the sacred animal

⁵ South wall, eastern end of the main chamber of the tomb no. 15 (Newberry 1893, II, pl. VI). At Beni Hassan, the animal is also shown on the west wall of the main chamber of the tomb of Khnumhotep II (Newberry 1893, I, p. 70, pl. XXXIV). A limestone fragment of a stela from the same period was found by Petrie in the precinct of the temple of Min at Koptos (Petrie Museum of Egyptian Archaeology, London, Inv. no. UC14323). It shows a cat under a woman's chair. Malek 1993, pp. 49-51.

⁶ Metropolitan Museum of Art, New York, Inv. no. 1990.59.1. This is a cometic vessel in the shape of a cat made of travertine. The animal is shown in a hunting position and has rock-crystal eyes, lined with copper.

⁷ Egyptian Museum, Cairo, Inv. no. CG 5003; el-Sabban 2000, pp. 65-78.

⁸ This was also the name of a cat goddess attested from the New Kingdom (Yoyotte 2005, p. 523), as shown by two stelae kept at Museo Egizio in Turin (Inv. no. C. 1591, 1600); Fabretti *et al.*, 1882, II, pp. 163-164, 166; Bruyère 1927-52, p. 67, fig. 52.

⁹ The first areas of the Apis Bull necropolis in Saqqara were built in this period (Mariette 1882-83). The dog mummy of Amenhotep II (Bleiberg 2013, p. 79) and a wooden coffin in the shape of a lion-headed goddess containing a cat mummy (British Museum, London, EA11483) also date back to the same time.

¹⁰ For literature about the topic see Ikram 2015, p. 4.

¹¹ Ray 1979, pp. 73-80, text 19, 5 *recto*, 25, 3.

industry.¹² Breeding was part of this business (Ikram 2015, p. 9) and took place in sacred enclosures.¹³ Cats were raised in sacred precincts called αἰλουροταφος¹⁴ set up near the temples of some Egyptian goddesses such as Bastet (Pubblico 2017a), Mut (te Velde 1982), Pakhet (Roeder 1959, p. 22 §19c; p. 92 §26; p. 188 §48a), Rattai (Lepsius 1849-59, no. 315), Rayt (*Dendera* II, 210, 6). Due to the strong prolific, prophylactic and motherly nature possessed by these goddesses, the feline was attributed to them as an animal hypostasis. The demotic papyrus of Strasbourg 44 (8; Spiegelberg 1906, pp. 98-101) as well as some legal documents (el-Amir 1959, pp. IX-X) found in Dra Abu el Naga (el-Amir 1959, I, pp. 1-6, 65-68) refer to an area called *cats* both at Gebelein (Otto 1952, p. 103) and in Thebes.¹⁵ The toponym possibly indicates a breeding area for sacred animals, as also suggested by the donation list on the outer wall of the temple of Edfu. The inscription mentions the “gift of cat” (Brugsh 1883, II, p. 539, Z. 15-16, p. 552; Otto 1952, p. 103) and the “falcon pasture” (Brugsh 1883, p. 552), two areas possibly devoted to the rearing of cats and raptors at Armant. Thanks to these complexes - also equipped with some special facilities dedicated to mating, caring for newborns, and birth management - a greater quantity of kittens was guaranteed. They were deliberately killed and mummified and then sold as votive offerings to worshippers (Ikram 2005).

Domesticating and Killing Cats

Whether this should be considered as an early form of cat domestication is still under debate. At the beginning of the 19th century, Ehrenberg’s research dealt with the identification of mummified cat species. He identified two domesticated species: the *felis maniculata* and a hybrid breed of *felis chaus nilotica* and *felis catus*, which he called *felis Bubastis* (Ehrenberg 1833). While some scholars agreed with him (de Blainville 1843), others postulated that *felis chaus nilotica* was still a wild cat, even though it lived close to people (Nehring 1889). A study by Lortet and Gaillard from the early 20th century pinpointed two different domesticated cat species: *felis maniculata* from Tunisia or *felis lybica lybica* (a large, semi-domestic cat that lived close to the Egyptian people but fed on its own) and *felis maniculata* domestic variant (a domesticated cat, which showed some morphological changes, including a decrease in body size; Lortet, Gaillard 1905, pp. 23-31). Rejecting the idea of two variants (domestic and wild) of the same cat species, Morrison Scott (1951) and Armitage and Clutton-Brock (1981) speculated that most mummified cats belonged to the domesticated species *felis silvestris lybica* or *felis lybica bubastis*. This is confirmed by the cephalic index of mummified cats (length of the skull/volume of brain capacity), which corresponds to the *felis libyca* species (Schauenberg 1972). In 2012, a study on cat bones kept at the Phoebe A. Hearst Museum of Anthropology in Berkeley and at the Brooklyn Museum in New York City showed that specimens belonged to different mitotypes, some related to the Near Eastern cat. This suggests that cats originated from the Near East and were brought to Egypt as already domesticated animals (Kurishima *et al.* 2012). Two species spread throughout Egypt. The *felis chaus nilotica* (jungle cat), a large cat which lived near settlements but was never domesticated in Ancient Egypt. This wild cat was often found in animal necropolises as shown with Inv. no. 69, held at

¹² Malek 1993, p. 98. About the importance of animal cults in Ancient Egyptian economy see Ikram 2015.

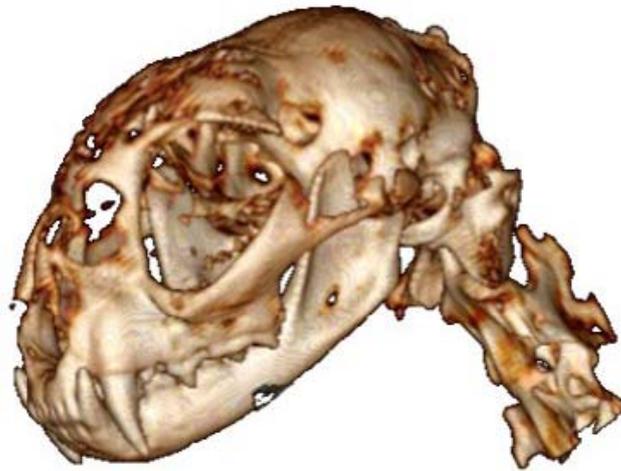
¹³ De Cenival 1977, p. 26. Some areas connected to this practice are recorded in the archive of Hor: the birth chapel, for the incubation of eggs and the care of ibis chicks (Ray 1976, pp. 59-60, text 15, *verso* 6, 138), the ibis and hawk enclosure (Ray 1976, pp. 81-84, text 21, *verso* 9; pp. 73-80, text 19, *recto* 11; pp. 86-90, text 23, *verso* 11, 139) and the ibis feeding house (Ray 1976, pp. 59-60, text 15 *verso* 4; pp. 38-44, text 8, *recto* 18, 139).

¹⁴ UPZ II, 15, 157, 25; 180a, 41, 8; UPZ III, 393, no. 1486; Otto 1952, p. 103; Calderini 1966, I, p. 37; Meeks 1972, p. 69.

¹⁵ In the Theban area, some other cat mummy graves have been found. For an overview see Pubblico 2017a, pp. 123-125.

the Museo della Società Africana d'Italia. It seems to belong to this species, as it is 50 cm. long, has a very large skull and long canines, which cover the mandible (Pubblico 2017b, p. 536) (Fig. 2).

Other cat mummies larger than the domestic specimens have been identified: the mummy CGC 29660, held at the Egyptian Museum in Cairo (Gaillard, Daressy 1905, p. 98; Ikram, Iskander 2002, p. 10), shows the same features of the



forementioned mummy Inv. no. 69, as well as several mummies found at the Bubasteion in Saqqara (Zivie, Lichtenberg 2005, p. 118). The other species was the *felis sylvestris libyca sive maniculata* (the African wild cat), possibly originating from the Libyan Desert (Ginsburg 1995, p. 188), which was imported and domesticated in Egypt around the second millennium BC (Ginsburg 1991, pp. 185-186). Osteological and radiological exams on cat mummies also assisted in understanding the age of the animals. In 1980, Armitage and Clutton-Brock (Armitage, Clutton Block 1980; 1981) analyzed a sample of 53 cat mummies kept at the British Museum (London), which were previously excluded from the Morrison Scott study (1952). Thanks to the osteological exams, they pinpointed that kittens were slaughtered when they were 1-4 months and/or 9-12 months. A recent study on some cat mummies held at the Museo della Società Africana d'Italia (Naples) confirmed this data. CT-scans showed that only one subject was a sub-adult, being 9-12 months at the time of death, while another specimen was 6-8 months old, as shown by the unfused epiphyses. Two other felines had both cartilaginous patches as well as molars in the eruption stage, which confirm their young age (less than 5 months). According to Armitage and Clutton-Brock (1981, p. 193), these “two peaks in the death assemblage” corresponded to “two optimum age classes for mummification”. They postulated that the first age range (1-4 months) was chosen because at this age cats had reached a suitable size for mummification, while the second (9-12 months) corresponded to the last period in their life before they became sexually aggressive (Armitage and Clutton-Brock 1981, p. 193). Lortet and Gaillard (1905, p. 21) thought that cats were killed when they became threateningly numerous. According to me (Pubblico, Oliva 2019, p. 299) the reason for the young age of cats used to make the mummies is to be found in the impressive demand for these votive offerings (Wilcken 1927, p. 43, §22; Ray 1976, pp. 59-60, text 15 verso 4 33,2). In order to meet such a demand, cats were constantly killed, and did not have the opportunity to grow and develop. In light of this, sexual activity was welcomed with the aim of procreation, and controlled in the sacred enclosures where cats were reared. The breeding of sacred animals recorded in the aforementioned epigraphic sources is also confirmed by the pathologies affecting several mummified subjects. Cat mummy EA795351, housed at the British Museum, as well as specimen no. 68, held at the Museo della Società Africana d'Italia, both suffered from secondary nutritional hyperparathyroidism (juvenile osteodystrophy). This is an endocrine disease most commonly seen in young, growing cats fed all-meat diets (Bennett 1976). The most common effects of hyperparathyroidism are anorexia, lethargy,

Fig. 2 - 69 - Museo della Società africana d'Italia (Naples), 360-170 BC

weakness, depression, pathological fractures (especially vertebral), paralysis and loss of teeth. Therefore, the diet of these sacred animals was lacking in calcium and very unbalanced. Perhaps such a diet was specifically chosen in order to cause these issues, which made it easier to manage the population of sacred felines. However, Armitage and Clutton-Brock postulated: “the presence of this condition does not mean, however, that the animal was neglected or ill-treated but rather the opposite for the disease is today most commonly associated with domestic animals that are fed only on meat and it is found in the most pampered of household cats” (Armitage, Clutton Block 1981, p. 194). Although the care and protection of the cats were pursued and whoever kills one of these creatures intentionally were punished with death, as Herodotus (*Historiae* II, 65) and Diodorus Siculus (*The Bibliotheca Historica* I, 83, 8) recall, their slaughtering for ritual purposes was fostered. However, the causes of death are not always evident. Some scholars have often highlighted cervical fractures on cat mummies, which have been deemed as a result of killing by strangulation (Armitage, Clutton Block 1980, p. 187; 1981, p. 195; Ikram, Iskander 2002, pp. 9-12; Raven, Taconis 2005, pp. 253, 258; Zivie, Lichtenberg 2005, pp. 117-118). Notwithstanding, this assumption cannot be proved, as it is not possible to know whether these traumas were the cause of death or happened *post-mortem* due to the stress afflicted on the body during the unnatural position and pressure of the limbs within the bundles (McKnight 2010, p. 43). After death, bodies were eviscerated and decerebrated. However, organs were often left within bodies, but they became smaller due to the warmth of some mummification phases (desiccation, anointment, drying) (Ikram 2005, pp. 18-22). Radiological analyses on mummy Inv. no. 65, kept at the Museo della Società Africana d’Italia, show the cat’s tongue still in place as well as its organs, which although invisible to the naked eye, possibly reduced in size, since no cut on the skin compatible with the evisceration process has been pinpointed (Pubblico 2017b, 533; Pubblico, Oliva 2019, p. 294). Moreover, some dried materials within the skull have been identified as remains of brain material (McKnight 2010, p. 43; Wade *et al.* 2011). After potential evisceration, cat bodies were dried using natron, and then anointed and wrapped (Ikram 2005, pp. 19-23). Recent studies carried out by the Conservation Laboratory at the Brooklyn Museum, through X-ray diffraction (XRD) and gas chromatography (GC), have revealed that the materials used to anoint the body of animal mummies were beeswax, coniferous resins, pitch, fat, oil, and triterpenoid resins (possibly mastic, frankincense, or myrrh). According to Ikram (2005b, 28): “certain oils were linked to the revivification rituals that facilitated the animals’ eternal existence, and the oils restored some of the suppleness to the limbs that they had enjoyed in life, permitting the embalmers to arrange the body in an appropriate position”. Cat bodies were arranged within bandages with their heads straight, necks fully extended, forelimbs stretched down along the sides of body, hind limbs pressed against the belly and tails curled up on the abdomen, as shown by the completely unwrapped specimen Inv. no. 18288 held at the Egyptian Museum in Vatican City (Pubblico 2017a, p. 251). The position of the skeleton gives the bundles their typical cylindrical shape (Raven,

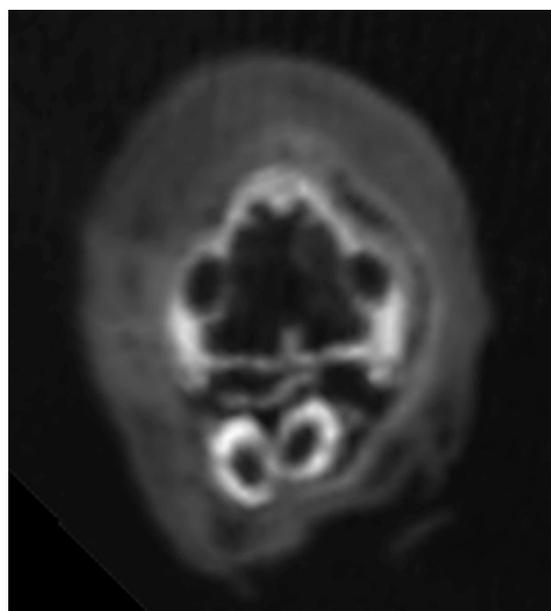


Fig. 3 - CT of the skull of mummy 65 - Museo della Società africana d’Italia (Naples), 370-180 BC

Taconis 2005, pp. 251-254, 256-257). Mummies could then be left to dry in the sun, probably near the ground, where inorganic materials adhered to the damp bandages (Ikram 2005, p. 22). Some of these materials were found on the outer bandages of the aforementioned mummy no. 65, held at the Museo of the Società Africana d'Italia (Pubblico 2017b, p. 532; Pubblico, Oliva 2019, p. 294; Fig. 3).

These were sampled and analysed by the Mass Spectrometry Laboratory at the Centre for Chemistry for Cultural Heritage in the Department of Chemical Science of the University of Naples "Federico II". Raman and Infrared (IR) spectroscopy and X-ray fluorescence (XRF) techniques showed that the sampled particles are not silica and allowed us to identify traces of calcium carbonate/sulphate, carbon and hematite (Pubblico *forth. a*).

Wrapping cats up

While some aforementioned aspects of animal mummification remain unchanged over time, there were a great variety of wrapping styles, possibly depending on their chronology, origin, cost and symbolic value (Bruno 2013, p. 136). The bodies were usually enveloped with linen shrouds. These



Fig. 4 - 3D solid model of mummy 66 - Museo della Società africana d'Italia (Naples), 390-340 BC

were highlighted by the 3D replica of mummy no. 66, kept at the Museo della Società Africana d'Italia, created through photogrammetry. The monochrome solid model shows the shroud's edges on the back of the animal, an aspect completely invisible to the naked eye (Pubblico, Oliva 2019, pp. 294-295; Fig. 4). Some coarse strips were then placed on these shrouds and kept in place by linen threads, as shown by specimen Inv. no. C. 2350/3, housed at Museo Egizio in Turin and two subjects (Inv. nos. E 0.9.41364 and 2009.01.01) held at the Civic Archaeological Museum in Milan. These layers of textile were fixed by using resin, oil and other glues, which sometimes leaked through the bandages. Within them, some reed mats, papyrus or palm ribs could be inserted (cat mummy Inv. no. C. 2350/7 from Museo Egizio in Turin; Fig. 5), in order to make the bundles more compact and keep them in an upright position, as they may have been displayed frontally. This is also

confirmed with the outer bandages: their edges are knotted on the back, where wrapping is usually rough (Dunand *et al.* 2019, p. 152).

The exterior appearance of cat mummies is varied, since pale bandages were interlaced with strips dyed in bright colours, in order to produce sophisticated patterns. Some mummies were wrapped with bandages spirally arranged around the body. As is the case with four specimens belonging to the collection of the Società Africana d'Italia (Inv. nos. 65, 66, 67, 69), the light brown bandages folded in half are placed on the lower part of the next layer of strips, dyed with a dark brown colour (Pubblico 2017, p. 523; Pubblico, Oliva 2019, p. 302). However, often only mere scraps of coloured bandages have survived, since they were mostly broken down by the materials used in the dyeing process

(Tamburini *et al.* 2021). More elaborate wrapping systems are lozenge patterns. Cat mummy C. 2349/6, held at Museo Egizio in Turin, shows three square lozenges placed vertically on the front of the body.



Fig. 5 - C. 2350/7 - Museo Egizio

The complex design is made even more sophisticated since the lozenges are half light brown and half dark brown in colour (Fig. 6). Bi-colored coffering are also shown on specimen Inv. no. 8681 housed at the Egyptian Museum in Florence. Here, the bandages are progressively intertwined more tightly in a diamond lozenge pattern.

This elaborated design is actually very common, as shown in several subjects, such as British Museum specimen EA55614. The bandages could also be arranged in a meander lozenge, as with the case of mummy C. 2349/7, held at Museo Egizio in Turin. The decorative model consists of six lozenges, placed on the front and on the sides of the mummy. The meander is made with dark brown bandages, while the lozenges a Herringbone lozenges are also attested. Cat mummy Inv. no. 68 from the Museo della Società Africana d'Italia is wrapped with light and dark brown bandages arranged in lozenges that start broad on the body and become smaller near the neck (Pubblico 2017b, p. 533; Pubblico, Oliva 2019, p. 297). Two other cat mummies have the same decorative pattern, one is held at the Musée Dobrée in Nantes (Inv. no. E 2810) and the other in a private Swedish collection (Johansson *et al.* 2015). The herringbone pattern is also used without lozenges. Mummy C. 2349/4, housed at Museo Egizio in Turin, has alternating light and dark bandages arranged in a herringbone design. Some mummies, such as the specimen 2041 held at the Archaeological Museum of Bologna, are wrapped in a light shroud partially covered by some dark-brown strips placed horizontally on the front. There is also a netting pattern on it made by knotting linen threads. Specimen C. 2349/1, held at Museo Egizio in Turin, is a cat mummy wrapped in pale and dark-brown bandages arranged in a checkerboard pattern (Fig. 8).

Another subject showing the same design is Inv. no. 111503, held at the Field Museum of Natural History in Chicago. The heads are covered with some strips, which are also kept in place by linen threads. As shown by mummy Inv. no. 2040, housed at the Archaeological Museum of Bologna, facial details - such as the cheeks and muzzle - are usually naturalistically modeled, using padding added underneath the recreated with pale coloured and reddish strips (Fig. 7) wrappings. Eyes were made applying two linen discs with black painted pupils, while whiskers were created using rolled linen threads. Ears could be soft and irregular or made with two conical shaped strips stiffened with stucco and coloured red (Pubblico 2017b, p. 533; Pubblico, Oliva 2019, p. 294). Facial details could also be painted. Some mummies, such as Inv. no. 67 housed at the Museo della Società Africana d'Italia, show vertical lines on the heads, which aimed mimic the cat's fur. The forehead is decorated with black and red dots; eye sockets are painted with black lines; and red circles surround the pupils, which are outlined in black. The whiskers are two symmetrical columns of parallel black and red lines (Pubblico 2017b, p.



Fig. 6 - C. 2349/6 - Museo Egizio (Turin), Roman Period
© Museo Egizio, Torino



Fig. 7 - C. 2349/7 - Museo Egizio (Turin), Late Period
© Museo Egizio, Torino



Fig. 8 - C. 2349/1 - Museo Egizio (Turin)
© Museo Egizio, Torino

533; Pubblico, Oliva 2019, pp. 295-296) (Fig. 9). These features possibly reproduce those of the *felis sylvestris libyca sive maniculata*. These details definitely increased the offering price, which “depended

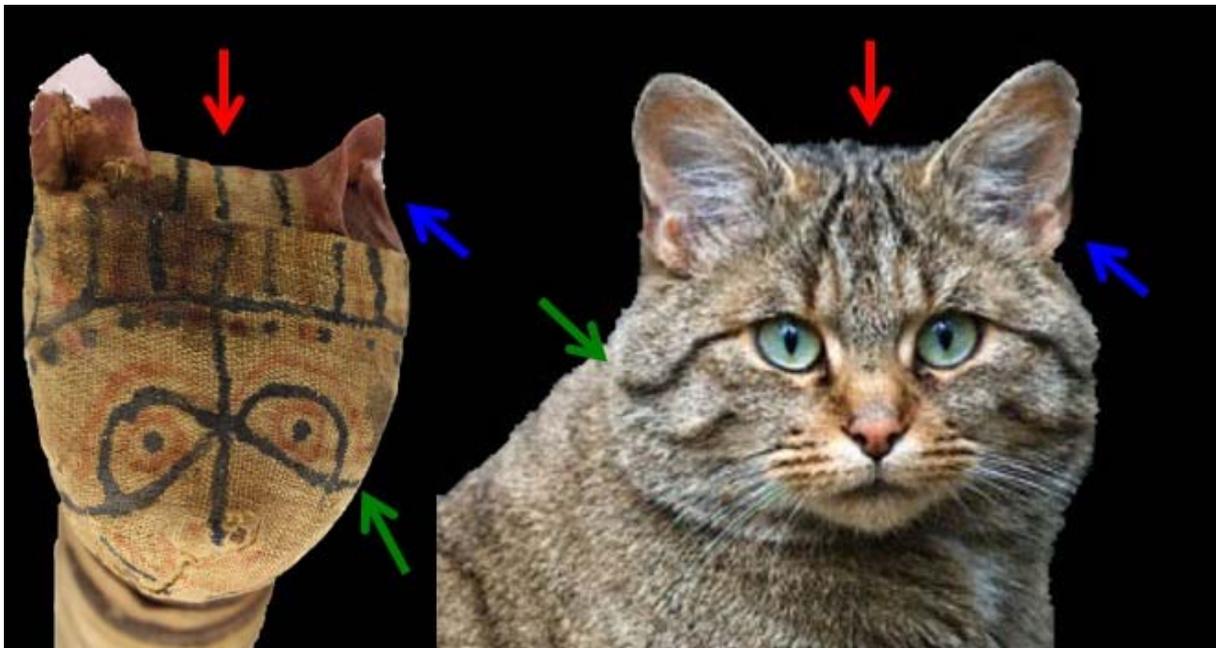


Fig. 9 - 66 - Museo della Società africana d'Italia (Naples) and a *felis sylvestris libyca*

on its external appearance” (Armitage, Clutton-Brock 1980, p. 188) but also on its size. For this reason, Egyptians often made bundles larger than the skeleton held within.

Radiological analysis show that mummy Inv. no. 68 of the Società Africana d’Italia in Naples, is 56cm long, whilst it only holds a 26cm long juvenile cat. The remaining 30cm are empty bandages (Pubblico 2017b, p. 535; Pubblico, Oliva 2019, p. 297). Many specimens of animal mummies confirm that this is not uncommon: the cat mummy EG-ZM64 held in the Rijksmuseum van Oudheden (Raven, Taconis 2005, p. 258) and EA37348 held at the British Museum (Filer, Andrews 1999, pp. 11-12) are both bigger than the animal contained within the bundle. These specimens belonged to the category of *false mummies*, which has often been interpreted as the result of dupes made by priests to the detriment of worshippers or as the product of a huge request for mummies when there were few animals available (Ikram 2005, p. 14; McKnight 2010, p. 86). They include: empty bundles (Raven, Taconis 2005, pp. 225, 275; McKnight 2010, p. 81); mummies filled with a different species than originally thought; several different species (Kessler 1989, p. 56; Ikram 2005, p. 13); several subjects of the same species; a part of the animal (fur, feathers or some bones). This is the case with the cat mummy Inv. no. 66, housed at the Museo della Società Africana d’Italia. Radiological exams show that this mummy contains an inverted part of a cat skeleton, from the fifth lumbar vertebrae to the third thoracic vertebrae, L1-T13 (Pubblico 2017b, p. 535; Pubblico, Oliva 2019, p. 296; Fig. 10). In some periods, Egyptians possibly believed that donating part of a sacred animal with the suitable ritual spells became the whole offering (*pars pro toto*) (Ikram 2005, p. 14; McKnight 2010, p. 86; Bruno 2013, pp. 123-124). This is the reason why some cat mummies found by Mr. and Mrs. Reiss at Istabl ‘Antar contained only the front half of the feline’s body (Nehering 1889, p. 564).

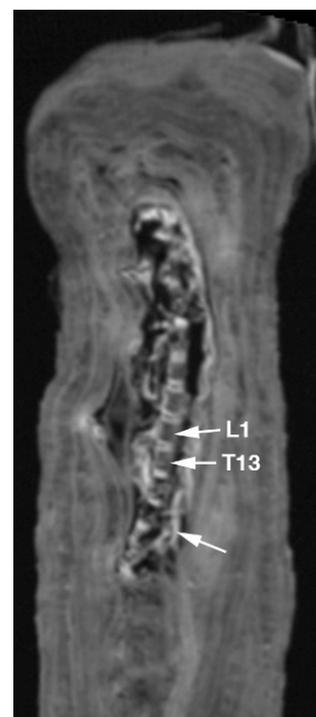


Fig. 10 - Radiography of mummy 66-Museo della Società africana d’Italia (Naples), 390-340 BC

Conclusions

Since time immemorial, cats played a key role in Egyptian economy and society. In human graves dated back to the Predynastic Period, cat remains have been found, possibly showing a special connection between the animal and the deceased. During the Old Kingdom, cats are attested in reliefs and hunting scenes from funerary contexts. This proves that cats were well-known by the Egyptians, even if they were not yet domestic pets. In the Middle Kingdom, the induction in Egyptian vocabulary of the trilateral *miw/imy* shows a changing of the role of cat within Egyptian daily life. It became even more prominent in the New Kingdom, when cat surged as a beloved family pet, and it starts to be looked as a protector of the family, the home and newborns as well as a symbol of female sensuality. Due to these aspects, it became the animal hypostasis of those goddesses who have a strong motherly nature. As avatars of these deities, cats were breeding in sacred enclosures called *αιλουροταφος* and deliberately killed during religious festivals in order to be sold as mummies to worshippers. Through the mummification process these animals, who were not sacred in themselves, become the *ba* of the gods with which they were associated. Similar to human souls, the souls of the mummified animals might move through Earth and Afterlife, acting as messengers through which believers might easily address

their concerns to the gods. A key moment in the mummification process was wrapping the animal corpses, which was performed by Hri-sStA and Xri-Hb (Vos 1992; Riggs 2014, p. 79) in special embalming houses (*wab n wt*) (Ikram, Dodson 1998). After being donated to the deities as votive offerings, cat mummies were buried in sacred necropoleis throughout Egypt (Pubblico forth. b). During the 19th and 20th centuries, these sites - as many other animal necropolises - were subjected to large-scale illegal excavations that aimed to collect and then ship cat mummies to Europe where they were auctioned off as ballast, fuel, medicine, paint, and fertilizer (Cooke 2015, pp. 50-51). At the beginning of 1890, two cargo ships (*SS Pharos* and *SS Thebes*) arrived at Liverpool's port, carrying unwrapped cat mummies from the necropolis of Istabl 'Antar. This unprocessed fertilizer was put to auction by the auction house *Leventon and Co* an occurrence that greatly attracted public interest as shown by two cartoons published by the *Daily Graphic* on 12 February 1890 and the *Punch* on 15 February 1890 (Cooke 2015). Due to these vicissitudes, most of the information about these artefacts has been lost. However, the autoptic approach applied to this study has highlighted a great variety of wrapping styles, possibly depending on when and where cat mummies were produced. As a matter of fact, the mass production of votive animal mummies promoted a certain degree of craft specialization and changes at both a chronological and geographical level, especially in terms of wrapping techniques and styles. Therefore, a study focuses on the votive animal mummies' aesthetic appearance would help in reconstructing their story, which still waits to be investigated.

REFERENCES

- Alliot, M. (1951). Les auxiliaires de chasse du tueur d'oiseaux au baton de jet, *BSFE* 6, pp.17-26.
- el-Amir, M. (1959). *A family archive from Thebes*, Cairo.
- Armitage, P.L., J. Clutton-Brock (1980). An investigation of the mummified cats held by the British Museum (Natural History), *MASCA Journal* 1, pp. 185-189.
- Armitage, P.L., Clutton-Brock, J. (1981). A radiological and histological investigation into the mummification of cats from Ancient Egypt, *Journal of Archaeological Science* 8, pp. 185-196.
- Aufrère, S. H. (1999). Notes et remarques au sujet du chat, *Discussion in Egyptology* 44, pp.10-15.
- Bennett, D. (1976), Nutrition and Bone Disease in the Dog and Cat, *Veterinary record* 98, pp. 313-321.
- de Blainville, H. M. D. (1983). *Ostéographie 2 (Felis)*, Paris.
- Bleiberg, E. (2013). Animal Mummies: the souls of the Gods, in E. Bleiberg, Y. Barbash, L. Bruno (eds.), *Soulful Creatures. Animal mummies in Ancient Egypt*, pp. 64-105, New York.
- von Bissing, F. W. F. (1956). La Chambre des trois saisons du Sanctuaire Solaire du Roi Rathourès (V^e Dynastie) à Abousir, *ASAE* 53, pp. 319-338.
- Bresciani, E. (2007). Il percorso di una dea. Bastet da leonessa a gatta d'amore, in E. D'Amicone, E. Fontanella (eds.), *Nefer. La donna nell'Antico Egitto. Catalogo della mostra*, Milano.
- Bruno, L. (2013). The scientific examination of Animal Mummies, in E. Bleiberg, Y. Barbash, L. Bruno (eds.), *Soulful Creatures. Animal mummies in Ancient Egypt*, pp. 107-128, New York.
- Brugsch, H. (1883). *Thesaurus inscriptionum Aegyptiacarum: altaegyptische Inschriften (Band 2): Kalendarische Inschriften altaegyptischer Denkmäler II*, Leipzig.
- Bruyère, B. (1927). *Rapport sur les fouilles de Deri el-Médineh*. FIFAO IV/3, Le Caire.
- Calderini, A. (1966). *Dizionario dei nomi geografici e topografici dell'Egitto greco-romano I-II*. Madrid.
- Cooke, A. (2015). Auctions and air raids: Liverpool's animal mummy collection, in L. McKnight, S. Atherton-Woolham (eds.), *Gifts for the Gods. Ancient Egyptian Animal Mummies and the British*, pp. 48-53, Liverpool.
- De Cenival, F. (1977). Deux papyrus inédits de Lille avec une révision du P. dém. Lille 31, *Enchoria* 7, pp. 1-49.

- De Cenival, F. (1999). Lycolynx et chacal-singe dans le Mythe de l'œil du soleil, *BIFAO* 99, pp. 73-83.
- Dunand, F., Lichtenberg, R., Callou, C., Letellier-Willemin, F. (2019). Des Chiens et des bandelettes, in S. Porcier, S. Ikram, S. Pasquali (eds.), *Creatures of Earth, Water, and Sky, Essays on Animals in Ancient Egypt and Nubia*, pp. 145-153, Leiden.
- Edel, E., Wenig, S. (1974). *Die Jahreszeitenreliefs aus dem Sonnenheiligtum des Königs Ne-user-re*, Berlin.
- Ehrenberg, C. G. (1833). *Symbolae physicae, seu, Icones et descriptiones corporum naturalium novorum aut minus cognitorum I. Mammalium*, Berlin.
- Estep, N. S. (1992-1993). Feline embodiments of divinity: a wooden statue of a cat and a cat sarcophagus in the Kelsey Museum, *Bulletin of the University of Michigan and Museum of art and archaeology* 10, pp. 67-90.
- Fabretti, A., Rossi, A., Lanzone, R.V. (1882). *Regio Museo di Torino. Antichità Egizie*, Torino.
- Filer, J., Andrews, C. (1999). Secrets of a cat mummy, *Egyptian Archaeology* 15, pp. 11-12.
- Gaillard, C., Daressy, G. (1905). *La faune momifiée de l'Ancienne Egypte*, Cairo.
- Ginsburg, L. (1991). La domestication du chat, in L. Delvaux, E. Warmenbol, *Les divins chats d'Égypte: un air subtil, un dangereux parfum*, pp. 17-21, Leuven.
- Ginsburg, L. (1995). Felis libyca balatensis. Les chats du mastaba II de Balat, *BIFAO* 95, pp. 259-271.
- Goedicke, H. (1971). *Re-used blocks from the pyramid of Amenemhet I at Lisht*, New York.
- Houlihan, P. F. (1996). *The Animal World of the Pharaohs*, London.
- Ikram, S. (2005). Divine Creatures. Animal Mummies, in S. Ikram, *Divine Creatures. Animal Mummies in Ancient Egypt*, pp. 1-15, Cairo.
- Ikram, S. (2015). Speculations on the Role of Animal Cults in the Economy of Ancient Egypt, in M. Massiera, B. Mathieu, F. Rouffet (eds.), *Apprivoiser le Sauvage*, pp. 211-228, Montpellier.
- Ikram, S., Dodson, A. (1998). *Mummy in Ancient Egypt: Equipping the Dead for Eternity*, London.
- Ikram, S., Iskander, N. (2002). *Non-Human mummies*, Cairo.
- Johansson, C., Metz, G., Uhlhorn, M. (2015). Feline Descendant of the Red or the Black Land: A Multidisciplinary Investigation of an Unusually Large Ancient Egyptian Cat Mummy, in S. Ikram, J. Kaiser, R. Walker (eds), *Egyptian Bioarchaeology: Humans, Animals, and the Environment*, pp. 177-200, Leiden.
- Kessler, D. (1989). *Die Heiligen Tiere und Der König I*, Wiesbaden.
- Kurushima, J. D., Ikram, S., Knudsen, J., Bleiberg, E., Grahn, R. A., Lyons, L. A. (2012). Cats of the Pharaohs: Genetic Comparison of Egyptian Cat Mummies to their Feline Contemporaries, *Journal of Archaeological Science* 39, pp. 3217-3223.
- Lepsius, K. (1849). *Denkmaler Aus Agypten Und Athiopien: Nach Den Zeichnungen Der Von Seiner Majestat Dem Konige Von Preussen Friedrich Wilhelm IV*, Wien.
- Lortet, D., Gaillard, M.C. (1905). *La faune momifiée de l'Ancienne Egypte*, Lyon.
- McKnight, L. (2010). *Imaging Applied to Animal Mummification in Ancient Egypt*, London.
- Malek, J. (1993). *The Cat in Ancient Egypt*, Philadelphia.
- Mariette, A. (1882-1883). *Le Serapeum de Memphis*, Paris.
- Meeks, D. (1986). Zoomorphie et image des dieux dans l'Égypte ancienne, in C. Malamoud, J.-P. Vernant (eds.), *Le temps de la réflexion* 7, pp. 171-191, Paris.
- Meeks, D. (1972). *Le grand texte des donations au temple d'Edfou*, Le Caire.
- Mekhitarian, A. (1991). Le chat dans les tombes thébaines privées, in L. Delvaux, E. Warmenbol (eds.), *Les divins chats d'Égypte: un air subtil, un dangereux parfum*, pp. 23-30, Leuven.
- Morrison Scott, T. C. S. (1952). The mummified cats of Ancient Egypt, *Proceedings of the Zoological Society of London* 124, pp. 861-867.

- Nehering, H. (1889). Über altägyptische Katzen von Bubastis, Beni-Hassan und Siut, *ZE* 21, pp. 558-572.
- Newberry, P. (1893). *Beni Hasan: 1-2 with plans and measurements of the tombs*, London.
- Otto, E. (1952). *Topographie des Tebanischen Gaues*, Berlin.
- Pubblico, M. D. (2017a). *Il culto di Bastet in Epoca Tarda e Greco-Romana attraverso la documentazione archeologica e testuale* [Unpublished PhD Thesis], Naples.
- Pubblico, M. D. (2017b). The cat mummies of Società Africana d'Italia: an archaeological, cultural and religious perspective, in G. Rosati, M. C. Guidotti (eds.), *Proceeding of the XI International Congress of Egyptologists*, 23-30 August 2015, pp. 532-537, Oxford.
- Pubblico, M.D. (forth. a). *The cat mummies of Società Africana d'Italia*.
- Pubblico, M.D. (forth. b). *Analysis and evaluation of cat necropoleis*.
- Pubblico, M.D., Oliva, C. (2019). Le cinq momies de chat de la Società africana d'Italia (Naples): nouvelles recherche, nouvelles découvertes, in S. Porcier, S. Ikram, S. Pasquali (eds.), *Creatures of Earth, Water, and Sky, Essays on Animals in Ancient Egypt and Nubia*, pp. 293-304, Leiden.
- Raven, M.J., Taconis, W. K. (2005). *Egyptian Mummies. Radiological Atlas of the Collections in the National Museum of Antiquities at Leiden*, Turnhout.
- Ray, J. D. (2001). Animal Cults, in D. B. Redford (ed.), *The Oxford Encyclopedia of Ancient Egypt*, pp. 345-348, New York.
- Riggs, C. (2014). *Unwrapping Ancient Egypt*, London.
- Roeder, G. (1959). *Hermopolis 1929-1939*, Hildesheim.
- el-Sabban, S. (2000). The Cat's coffin of Djehutymes in the Cairo Museum, *Discussions in Egyptology* 46, pp. 65-78.
- Schauenberg, P. (1972). *L'indice crânien des Félidés*. [PhD thesis], Paris.
- Spiegelberg, W. (1906). *Catalogue général des antiquités égyptiennes du Musée du Caire. Die Demotischen Denkmaler 30601-31270; 50001-50022 II. Die Demotischen papyrus Tafeln*. Cairo.
- Tamburini, D., Dyer, J., Vandenbeusch, M., Borla, M., Angelici, D., Aceto, M., Oliva, C., Facchetti, F., Aicardi, S., Davit, P., Gulmini, M. (2021). A multi-scalar investigation of the colouring materials used in textile wrappings of Egyptian votive animal mummies, *Heritage Science* 9, pp. 106-132.
- te Velde, H. (1982). The Cat as Sacred Animal of the Goddess Mut, in M. H. van Voss, D. J. Hoens, G. Mussies, D. van der Plas, H. te Velde (eds.), *Studies in Egyptian Religion dedicated to Professor Jan Zandee*, pp. 127-137, Leiden.
- Vos, R. L. (1992). *The Apis Embalming Ritual: P. Vindob. 3873*, Leiden.
- Yoyotte, J. (2005). Chat, in P. Vernus, J. Yoyotte (eds.), *Bestiaire des pharaons*, pp. 513-534, Paris.
- Wade, A.D., Nelson A.J., Garvin, G.J. (2011). A Synthetic Radiological Study of Brain Treatment in Ancient Egyptian Mummies, *Homo-Journal of Comparative Human Biology* 62, pp. 248-269.
- Wade, A.D., Nelson, A.J. (2013). Radiological Evaluation of the Evisceration Tradition in Ancient Egyptian Mummies, *Homo-Journal of comparative human biology* 64, pp. 1-28.
- Wilcken, U. (1927). *Urkunden der Ptolemäerzeit*, Berlin.
- Zivie, A., Lichtenberg, R. (2005). The cats of the goddess Bastet, in S. Ikram (ed.), *Divine Creatures. Animal Mummies in Ancient Egypt*, pp. 106-119, Cairo.



Khor Kharfut (Dhofar). A Reassessment of the Archaeological Remains

Michele Degli Esposti

Institute of Mediterranean and Oriental Cultures, Polish Academy of Sciences, Warsaw,
Poland

Abstract

The bay of Khor Kharfut, along the coast of Dhofar in southern Oman, hosts a variety of features connected with multiple phases of human occupation, including rock shelters, hut foundations, and more substantial - though heavily decayed - buildings. A survey was conducted to assess the age of these remains. Although the majority seems more likely to date to the Late Islamic period, earlier traces are present as well, including possible prehistoric graves and pre-Islamic structures. Overall the site, located at the mouth of Wadi Sayq, is a promising location for further archaeological research entailing the excavation of selected features.

Keywords: Dhofar; coastal survey; Late Islamic period; painted inscriptions; rock shelters

Citation: Degli Esposti, M. (2022) Khor Kharfut (Dhofar). A Reassessment of the Archaeological Remains. *Archeologie tra Oriente e Occidente* 1, 13-32. <https://doi.org/10.6093/archeologie/9559>

Corresponding author: mdegliespsti@iksio.pan.pl

Between the last days of April and the beginning of May 2014, a one-week field survey was conducted by the author and Carl Phillips at Khor Kharfut, a rather secluded valley at the mouth of Wadi Sayq, between the villages of Dhalkut and Rakhyut on the coast of Dhofar (Fig. 1). The work was conducted upon invitation of the private, Texas-based, Khor Kharfut Foundation - no longer existing - which arranged funding for the team, and with the authorization of the Ministry of Heritage and Culture (now Heritage and Tourism) of the Sultanate of Oman.

The reconnaissance aimed to collect data that could help establish the chronology of the different features visible at the site, as well as provide a first accurate plan of the most remarkable ones. The results are not intended to be exhaustive but rather to highlight the relevance of the site and hopefully instigate a further and more intensive investigation. The work mostly is built upon the observations made by Paolo Costa (1994) during a short visit to the site back in 1993, presented the same year at the Seminar for Arabian Studies.

The more convenient way to reach the site with a consistent load of equipment is from the sea but a few trails along the southern slopes of Jebal Qamar allow local shepherds to lead their animals to the valley and leave them to graze, thanks to the presence of a freshwater pool.

The difficult access to the valley contributed to the preservation of the unique environmental niche of Khor Kharfut, visited in 1977 by the team of the Dhofar Flora and Fauna Survey but only briefly included in their final report (Shaw Reade *et al.* 1980). The situation has since changed very little, although the effects of local development start to be appreciable (Aston 2013, 4). While two short visits by Warren Aston and P. Costa himself preceded the 1993's survey (Costa 1994, 27), the site remained untouched by most of the survey projects more recently developed in Dhofar.¹

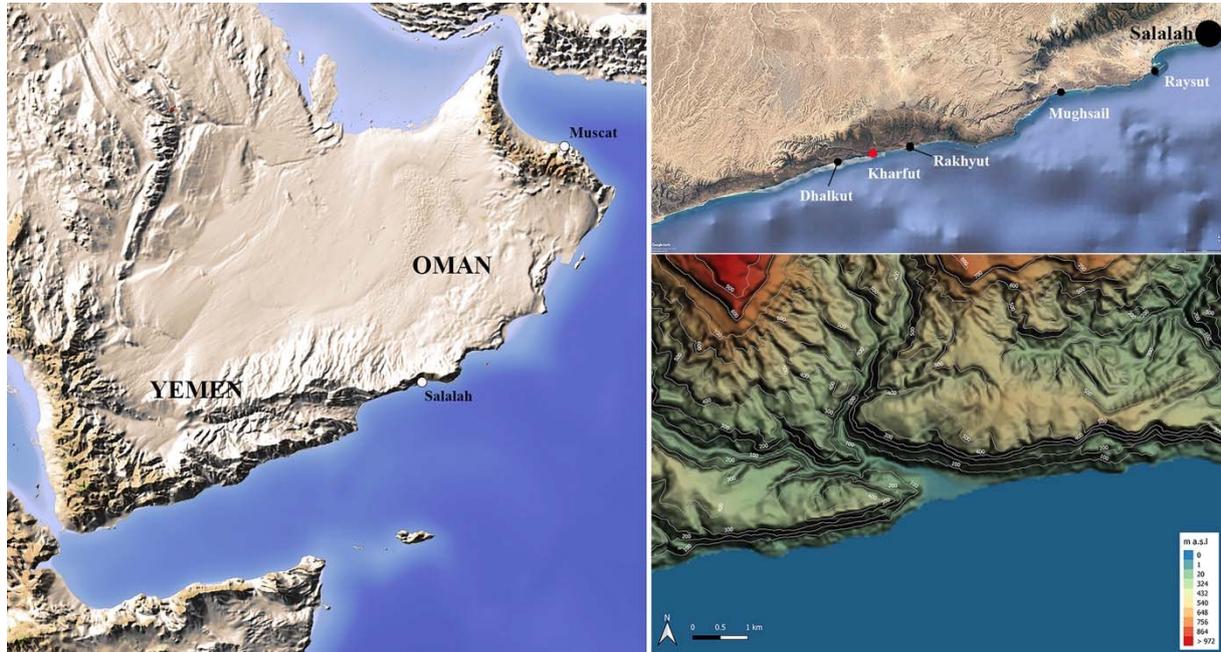


Fig. 1 - The location of Khor Kharfut along the coast of Dhofar with a detail of the main coastal centres between Dhalkut and Salalah. Bottom right, a digital elevation model of the mouth of Wadi Sayq (prepared by F. Brandolini). All other pictures and drawings are by the author, except otherwise indicated

Among these, coastal areas were included in the works of the Italian Mission to Oman but, when not limited to the plain around Wadi Darbat (Cremaschi, Negrino 2002; Cremaschi, Perego 2008), they only reached as far west as Raysut (Dini, Tozzi 2008) also including some underwater activity (Davidde, Petriaggi 1996). Much more extensive is the work of the French Mission directed by Vincent Charpentier, which since a decade is investigating the vast area going from Ras al-Hadd to the Yemeni border, not only limiting its activity to the coast (Charpentier 2021). Khor Kharfut, however, does not feature in the contributions published so far.

An exception is represented by the archaeological survey of Dhofar, conducted between 2008 and 2009 by Lynne S. Newton and Juris Zarins (2010, 247), “from Sharbithāt up to Muqshin in the east to Dalqut up to al-Hashman in the west”. Khor Kharfut, recorded in the survey database as DS-08-061 (“Kherfut”), was dated to the Iron Age, alternatively indicated as stretching ca. 1000 BC - 400 AD (Zarins, Newton 2013, 58) or 1100 BC - 600 AD (Newton, Zarins 2010, 254). Such a date, already very broad, does not seem to be strongly grounded (see below).

¹ For an accurate list of the survey and excavation projects developed in Dhofar, from the initial activities of the American Foundation for the Study of Man in the 1950s to 2009, see Newton, Zarins 2010, 248-249.

Khor Kharfut was also surely visited by A.A.M. al-Shahri (1991; 2000) during his extensive search for rock inscriptions and drawings throughout Dhofar.²

After the survey discussed here, the Khor Kharfut Foundation organised other expeditions at the site (W. Aston, pers. comm. February 2022). In October 2014, a team from the College of Science of Sultan Qaboos University, Muscat, studied the vegetation and flora and the non-marine aquatic environment; between 2016 and 2018, some limited excavation took place. The reports remain unpublished and will not, therefore, be discussed here.

Survey Results

The field-walking survey covered the whole area of the bay as well as the rocky coastal cliff and terraces that are found east and west of it. All the evidence was recorded but more specific attention was paid to the features previously mentioned by Costa (1994).

Based on the geomorphology of the study area, considered together with the distribution of the identified remains, six main areas were distinguished and named KK1 to KK6: the eastern coastal cliff (KK1); the flat land east of the Wadi's mouth and the overlying hill slopes (KK3); the flat land west of the Wadi's mouth and the overlying hill slopes (KK4); the gravel terrace west of the Wadi, between KK4 and the sea (KK5) and the western coastal terraces and cliff (KK6). A substantial rock shelter located between KK3 and the higher cliffs was labelled KK2. Within each of these areas, smaller zones, specific buildings and features are distinguished by letters (Fig. 2). The correspondence table between KK1 this subdivision and Costa's labelling is provided at the end of this paper (Tab. 1).



Fig. 2 - The different areas (dash-dotted lines), buildings and features (small dots) distinguished during the survey

² The author had no access to the Arabic book published by A.A.M. al-Shahri in 1994 (*Origins and Development of Civilization in the Arabian Peninsula. Dhofar: Ancient Texts and Scripts*. Dubai).

It must be stressed here that large zones within the survey area have a shallow vegetal cover (KK1, KK3, KK4, KK6) or are covered with shrubs and trees (KK2 and the upper part of KK4) so that admittedly the presence of small lithic or pottery scatters would go unnoticed.

KK1

Several structures were identified along the coastal cliff that leads east towards Rakhyut (Area KK1/A). The large number of huge boulders, also visible on satellite imagery, detached from the cliff and used as rock shelters or as the closing side of animal pens, is striking. Animal dung and minimal soil cover indicate their modern date. Shelter could also be provided by the caves piercing the upper part of the cliff's side further east, for which Costa (1994, 32) mentioned evidence of human occupation.³

Noteworthy is the presence in this same area of numerous roundish cairns now largely collapsed. Their structure, which in some cases shows the presence of a flat cover made with large stones, recalls various examples of pre/proto-historic tombs that are found throughout Oman. Their maximum diameter varies between 2 and 5.5 m, residual elevation is comprised between 0.35/0.70 m. No sherd or other anthropic artefact was found in the area.

At the western end of area KK1 (KK1/B), where the cliff joins the eastern side of the bay, stands a group of relatively small fences made of ropes and iron nets supported by squared wooden posts. The posts are set in dry stone foundations (Fig. 3). Clearly of extremely recent date, these structures are nonetheless of interest as they constitute a sort of ethnographical example of structures partly made with perishable materials, thus offering clues to interpret similar remains found in archaeological contexts.



Fig. 3 - Modern fences built upon a stone foundation at site KK1/B

³ The 2014 survey did not reach the “ruined buildings and animal pens” located 2 km east of the beach and reported by Costa (1994, 32).

KK2

This site comprises what is arguably the most interesting feature of the area, apparently not reported by Costa. It consists of a large shelter located below a huge rock which forms a vaulted space looking towards the sea (KK2/A, Fig. 4). Inside the shelter, leant against the rock wall, stands a modern, semi-circular stone wall only preserved for one course of randomly sized and shaped stones (Fig. 5).

Other straight walls, either one or two rows of stone wide, lay half-buried under the shelter. They surely predate the semi-circular structure mentioned above, with differences in orientation that could suggest an inner diachronic sequence. Most of the area defined by these walls would enjoy shadow from the shelter at the sun's zenith (observation made on May, 2nd 2014; see the dot and dash line in Fig. 5), although some stretches of walls extend outside the shelter, oriented at ninety degrees with the main EW wall (Wall A).



Fig. 4 - The rock shelter KK2/A (looking east)

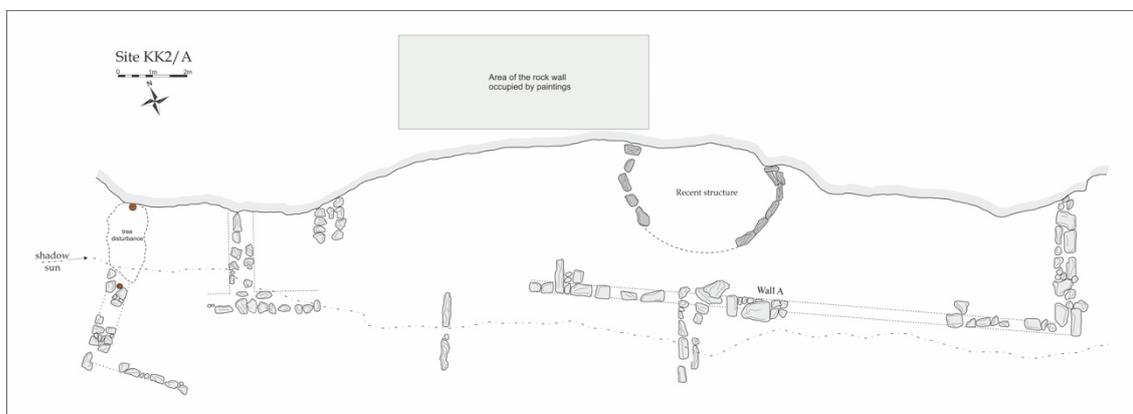


Fig. 5 - Plan of the shelter at KK2/B. The dashed line indicates the edge of the shadowed area at the sun zenith (survey made on May, 2nd)

On the central part of the shelter's rock wall, several black and red painted drawings are visible, although the majority is almost fading. Unfortunately, when black and red drawings superimpose each other, it is very difficult to discern which of the two was traced later, even due to surface alteration as a consequence of water percolation. Several animal (camel) representations can be easily identified, as well as at least one stylized boat with a central mast (Fig. 6), but lines of Arabic script are also present. More enigmatic is the presence of another group of pseudo-alphabetic signs just below the Arabic script, which is discussed below (Fig. 7).

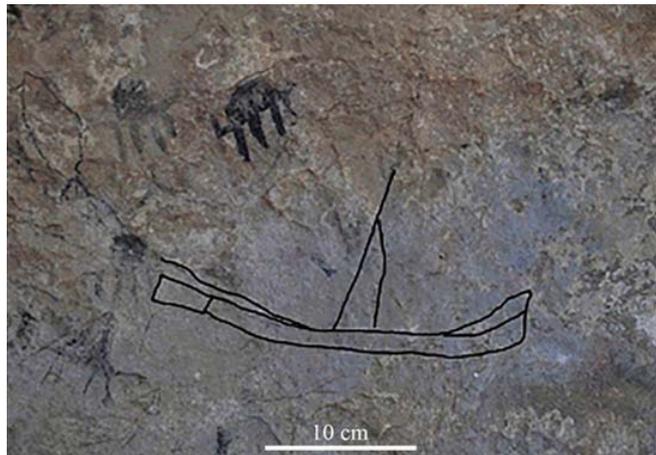


Fig. 6 - Representation of a boat with central mast on the rock shelter's wall (traced for better visibility)

The big rock below which the shelter is located hosts other structures on its top. Walking to the western end of the shelter and then moving uphill, one enters the wooded area that climbs up the mountains. Here, a massive stone wall is preserved, which retains a sort of platform that occupies the top of the shelter's rock (KK2/B, Fig. 8).



Fig. 7 - Detail of the Arabic inscription on the rock shelter's wall, above a few lines of pseudo-alphabetic signs



Fig. 8 - The massive stone wall retaining the platform KK2/B, erected on top of the large rock that hosts the shelter KK2/A

KK3

This large area encompasses the whole south-eastern side of the bay, between the mountain slopes and the beach. Many stone structures are visible, although not all contemporary with each other. Most probably recent and likely used as animal pens are three roughly squared, dry stone structures - KK3/A - located on the higher part of the slope under KK2 (Fig. 2).

Difficult to date but most likely belonging to an earlier occupation are the other buildings and structures in the area. The most prominent feature is what in all likelihood represents the collapsed remains of a squared tower built in large unhewn stones, KK3/B (Fig. 9). It is associated with a roughly rectangular stone enclosure standing between the tower and the sea, as well as with a long stone feature that runs slightly less than 200 meters to the east of it. This feature is defined by a double row of stones, preserved for just one course, with a few angular stones in between. Although this feature was supposed to be a water channel (Costa 1994, 31), this seems unlikely. In fact, at one point a clear interruption in the feature mostly suggests an entrance, and the structure itself should be more probably interpreted as a large fence. In support of this interpretation, one can recall the structure of the fishermen's fences reported at site KK1/B: in this case, the inner stone filling is not so evident but anyhow present and one must take into account vegetation and the accumulation of windblown soil. A similar interpretation seems appropriate for a straight feature that runs from the tower toward the sea, on a slight westward bias. Indeed, this could also be interpreted as a path bordered by a row of stones given that no stone fill is visible, but this must remain no more than a suggestion.



Fig. 9 - General views of the tower KK3/B with a) a close-up of the ruins and b) a detail of one of its surviving walls

The tower itself could have served a control function, overlooking the sea and the passing by or landing of boats. It is possibly of some significance that the building technique is the same as the massive wall seen at KK2/2; more than just the technical similarity (unhewn dry stone walls are not chronologically determinant), the fact that from the terrace on top of KK2 a good view on the sea was granted could point to the two structures being part of the same (defensive) system. Be that as it may,

the bad state of preservation and the abundant vegetation thriving on top of the tower ruins hamper any more detailed planning or interpretation, not to mention dating.⁴

Three other stone-built structures, KK3/C-E, were surveyed in this area, and their plan was drawn. All are more or less adjacent to two clusters of Islamic burials (KK3/F and KK3/G). Building KK3/C is a rather well-built rectangular structure with at least one transversal inner wall. On its top stand three tombs, together with other less preserved features, one of which is possibly a small fireplace. An alignment of stones leant against its southeastern corner suggests the presence of a step to access the platform (Fig. 10). No means of dating the structure is available for the time being.

Building KK3/C is located at the southern limit of an Islamic graveyard that was labelled KK3/F to distinguish it from a second graveyard, KK3/G, located more to the east. A few examples of graves from these two graveyards were planned (Fig. 11), one of them showing the three upright stones typical of Islamic burials.

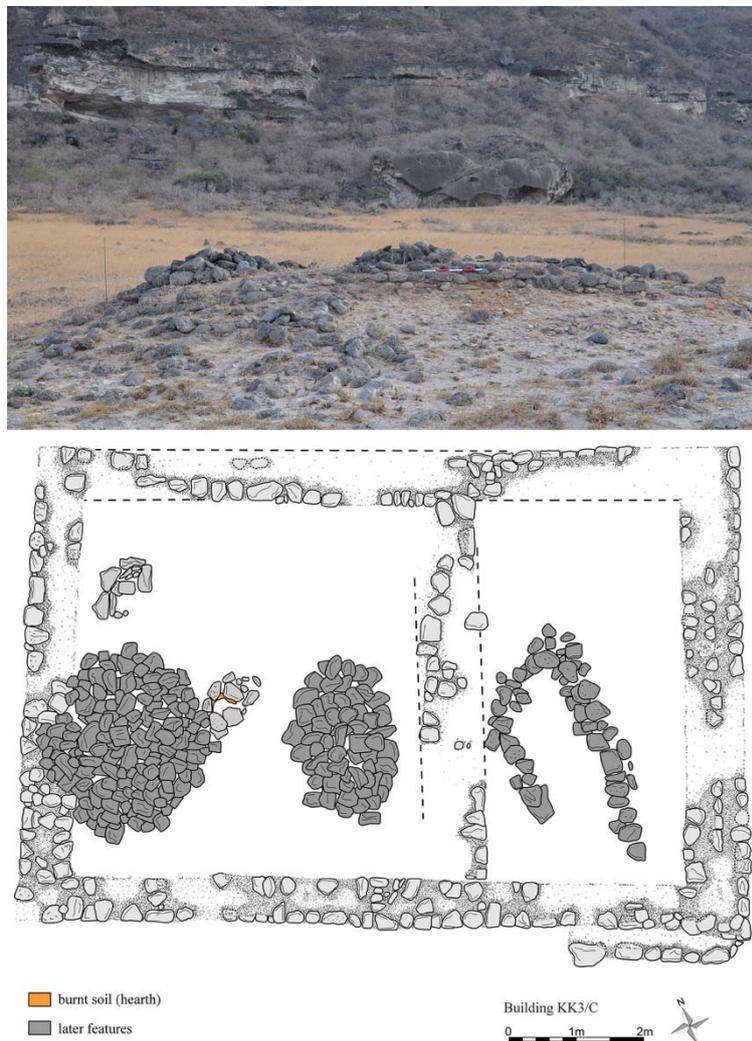


Fig. 10 - A view from the southeast and the plan of building KK3/C

⁴ Despite describing its shape as “hardly recognisable”, Costa (1994, 31) provided a few approximate measure for the tower, currently witnessing 20 years of vegetation growth above the ruins. Today other features appear less clearly recognizable than at the time of Costa’s survey.

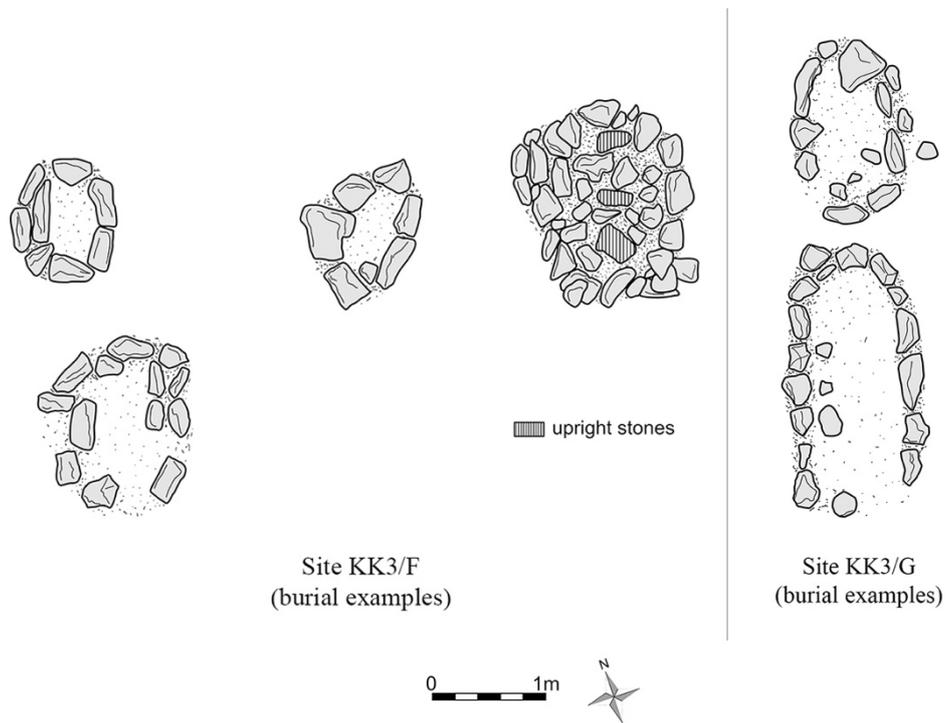


Fig. 11 - Illustrative ground plans of a few burials from cemeteries KK3/F and KK3/G

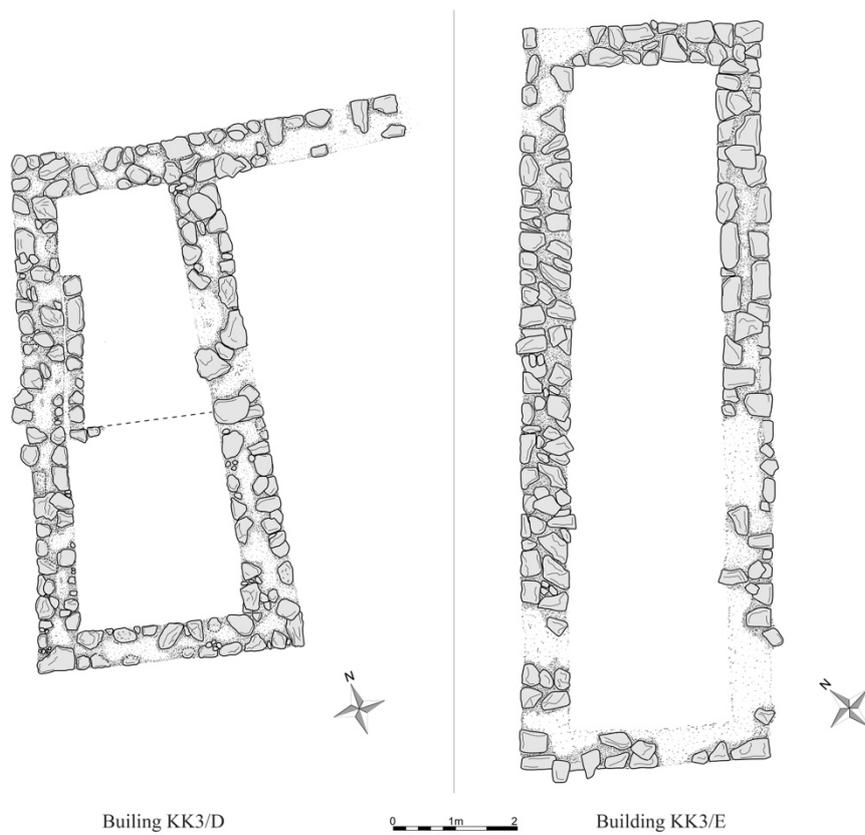


Fig. 12 - Plans of buildings KK3/D and KK3/E

Buildings D and E (Fig. 12) are much less prominent than Building C, and their layout is visible only from nearby.⁵ They are located at the opposite ends of cemetery KK3/G, although Building D is adjacent to a few tombs while Building F seems to be more set apart. Building D has a trapezoidal plan, with the north wall extending westward. One row of small stones leant against the eastern perimeter wall could have divided the space in two, together with a similar wall at a right angle with it, the presence of which is, however, only hypothetical. Building E has a rectangular plan with no visible inner features.

KK4

This second large area occupies most of the western side of the bay, reaching the foot of the mountains. Most of it is occupied by two large fenced areas, probably dismissed fields, KK4/A-B (Fig. 2). There is no way to date this field system, which could anyhow be very recent, as locals at Dhalkut speak of people they directly knew who used to also live at Kharfut. Ruined, unclear structures are visible in the area between the two walled enclosures. Inside the wooded area to the west of these fences, KK4/C, a few stone huts and other features are visible (Fig. 13). Their occupation is in all likelihood connected with modern shepherd activities. While such simple structures can date far back in time, their good preservation is not consistent with the dense vegetation in the area, which would have dismantled earlier constructions.



Fig. 13 - One of the round structures (huts) located in area KK4/C. Note the good preservation, inconsistent with an ancient date in such a heavily wooded context

⁵ It is not clear whether these same buildings corresponds to the “long and narrow” buildings reported by Costa (1994, 31) within his Site 7.

KK5

Located to the south of KK4's field system, this area dense in stone features occupies the low gravel terrace that immediately backs the beach (Fig. 2). All the features are Islamic burials scattered east and west of a poorly preserved buildings which could be interpreted as a mosque (see also Costa 1994, 29).

The layout of this mosque, labelled KK5/A, is extremely difficult to identify, as its walls were robbed, possibly to build the most recent ones among the surrounding tombs. As noted by P. Costa, the two groups of tombs, one east (KK5/B) and one west (KK5/C) of the mosque seem to belong to two different periods, based on the better state of preservation of the western burials.

Two different building phases can also be recognized in the mosque itself but whether this can be linked with the two phases in the graveyard's use is impossible to say. To the earlier phase of the mosque belongs at least one large, possibly rectangular building, the walls of which, albeit poorly preserved, still show a rather accurate construction (Fig. 14).⁶ The remains of this building were later at least partially englobed in a second structure that comprised two rooms separated by an inner wall. The walls of this second structure lay in a very bad state of preservation and without proper cleaning/excavation, it is not possible to discuss its layout any further.

KK6

Along the western coastal cliff's terraces several stone foundations for huts, as well as animal pens and other structures, several exploiting large boulders detached from the higher cliff as noted in area KK1, are visible. A few red-fabric potsherds are visible, which appear not to have any resemblance with known archaeological typologies. Various shell middens are scattered over the area. One of the huts, located on the very edge of the cliff, was labelled KK6/A and chosen as a representative example (Fig. 15). While the pottery, although looking rather recent, is of no help in dating these structures, modern occupation is witnessed inside some of the numerous caves that dot the mountain backing the coastal cliff.

⁶ This is likely the wall that Costa (1994, 29) considered the *qiblī* wall.

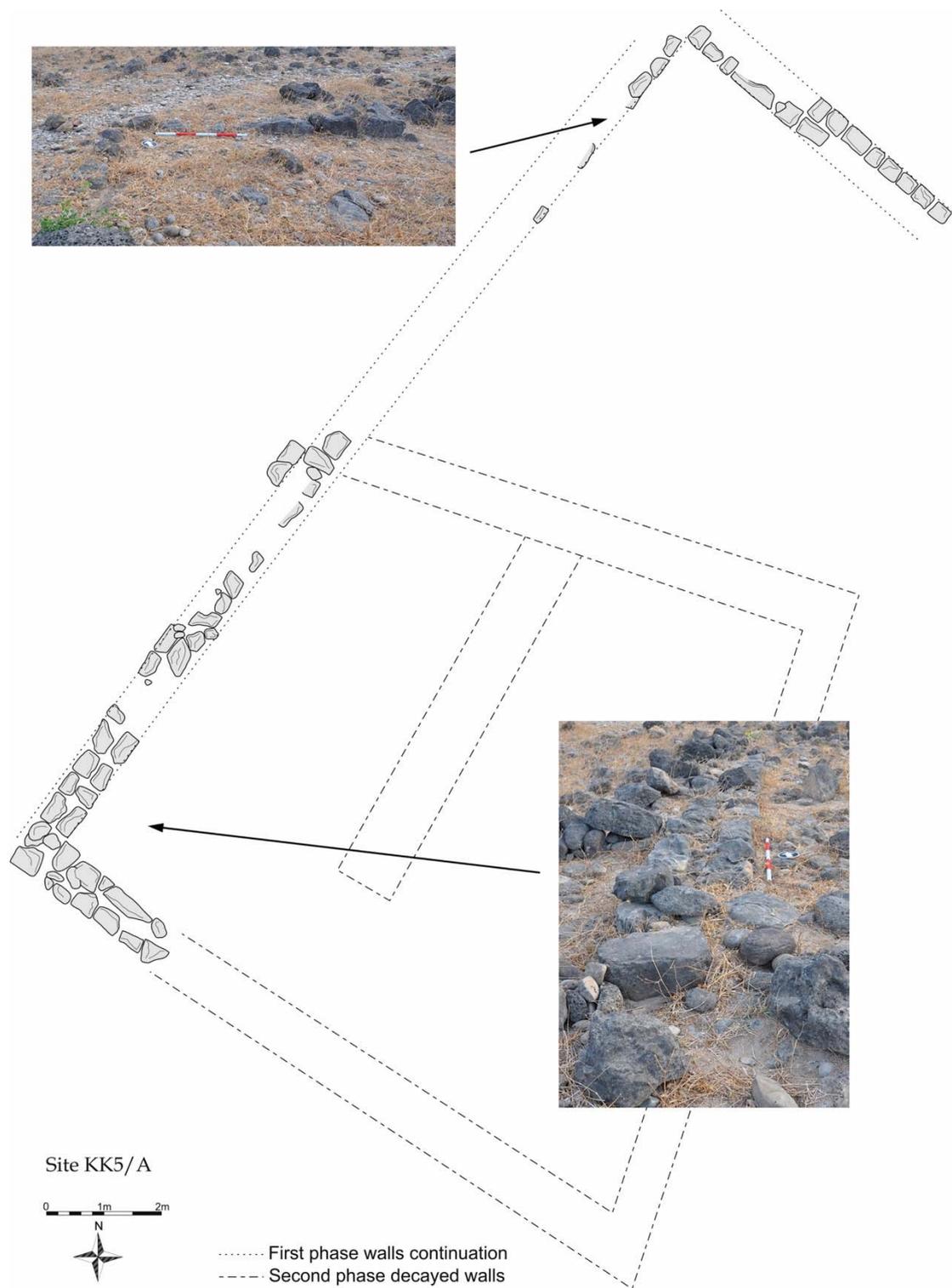


Fig. 14 - Plan of mosque KK5/A with detail photos of two well-preserved wall stretches

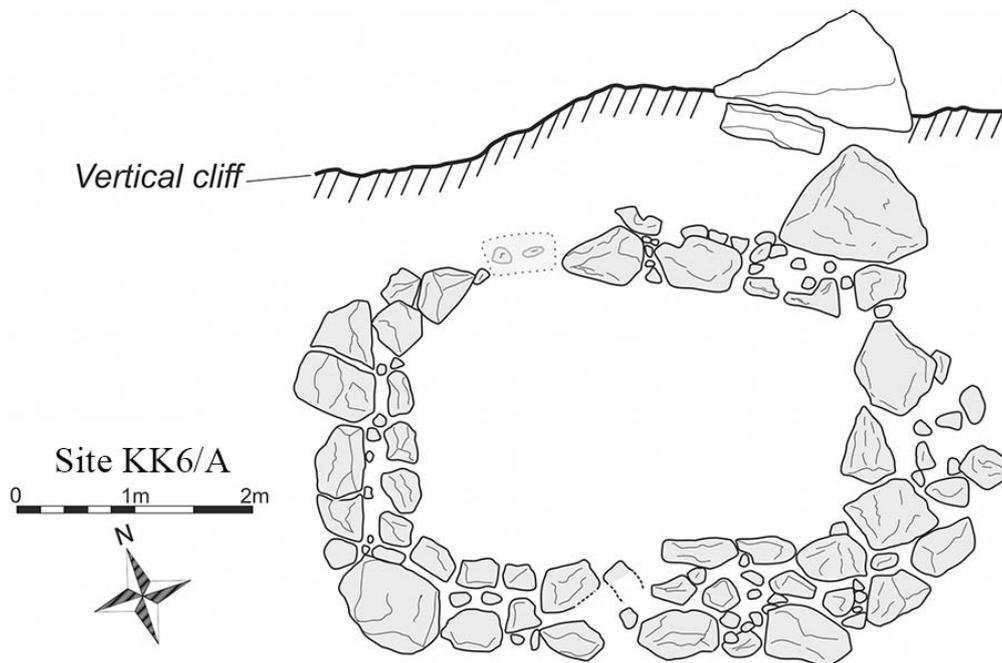


Fig. 15 - View and plan of a hut foundation at site KK6, labelled as KK6/A. The structure stands at the very edge of the coastal cliff

Discussion

The survey conducted at Khor Kharfut allows a reassessment of the chronology for each site, which the extreme paucity of dating evidence, however, compels to consider tentative.

On the eastern coastal cliff, a series of cairns are possibly the most ancient features in the area (KK1/A). By their shape, they recall prehistoric tombs from other areas of the Arabian Peninsula and notably from northern Oman and Dhofar itself, usually dated between the third and the second millennium BC. In the absence of excavation or other dating evidence,⁷ and considering the rather common aspect of the cairns, the hypothesis of a prehistoric date must be taken with the greatest caution.

The whole western side of the bay, from the beach to the mountain cliff (KK4 and KK5), is rather densely occupied by features that can all be connected, by way of a general point, to modern and very recent shepherd and fisherman activities (huts, animal pens, fenced areas, as well as cave shelters) or the presence of a small mosque (KK5/A) with its associated graveyards (KK5/B-C). Apart from the already noted existence of two constructional phases of the building, possibly mirrored in the different ages of the two burial areas (with the western one possibly continuing after the mosque's decay), there is no solid ground to suggest a chronology for these structures. A Late Islamic or medieval date can anyhow be suggested.

A similar chronology can also apply to most of the visible structures at site KK3. This is more evident for the walled compounds at KK3/A and the two clusters of Islamic burials KK3/F-G, while in the case of Buildings KK3/C-E a date remains more elusive. Buildings KK3/D-E seem to be possibly coeval with the graves, while Buildings KK3/A surely predate those placed on its top. One cannot dismiss the possibility that Buildings KK3/A were intentionally erected as a platform to host those graves, but its building technique is indeed more accurate than that of the other two buildings, and its careful shaping appears to be at odds with the inaccurate layout of the graves.

The "tower" at KK3/B is arguably the most interesting feature of this area (Fig. 9). It surely represented a definite landmark in the bay, probably overlooking sea activities in connection with the terrace at KK2/B, on top of the rock shelter. Even in this case, one is left with no dating evidence, and a medieval or Late Islamic date appears the most probable.

An indirect *terminus ante quem* for the mosque KK5/A and the tower KK3/B, features that would have represented outstanding landmarks for ships passing by, is provided by the reports originated by the journeys of the Indian Navy's Brig "Palinurus", who sailed along the coast of southern Arabia at several occasions between the 1830s and the 1840s (Haines 1839; 1845; Saunders 1846; Carter 1852). While the fact that only the brig's assistant surgeon, Dr Henry Carter (1852, but referring to the 1844-1846 expedition), explicitly mentioned the site ("Kharifot") provides another indication about its limited visibility from the sea, that no building is mentioned might indicate that both the tower and the mosque had already fallen into disrepair and/or had been dismantled by that time.

Apart from the platform KK3/C with the overlying graves, the only site where several phases of occupation are witnessed is the rock shelter KK2/A. The superficial evidence speaks of modern occupation (shepherd or the occasional fishermen), but the few walls partially buried in the sandy soil could date to any period. The pottery collected in the surroundings of site KK2 is not easily datable but generally appears to be of a rather recent date as it finds parallels (like all the other collected potsherds) in the contemporary stray potsherds one can collect along the streets of Dhalkut.

⁷ No pottery or other anthropic artefact was discovered.

The paintings on the shelter's wall belong to a typology already known in the literature (al-Shahri 1991; 2000; Le Quellec *et al.* 2018). A fairly recent date is assured for the lines of Arabic script and figurative paintings. Similar animals can be found painted in black at several locations in the surroundings, one of which was also visited on the way back from the survey (Fig. 16). Boat representations are also quite common in Dhofar (al-Shahri 1991, 183; Zarins 2001, 134 and fig. 64) and, apart from rock surfaces, they can be found incised on the house's plaster (like for example at Mirbat), which accounts for their very recent date.

Some mention is deserved by the lines of script that stand below the Arabic text at KK2/A. This type of writing is considered to represent an otherwise unattested variety of South Semitic script (al-Shahri 1991, 179) which a diffused though unfounded opinion tends to connect to Hymiaritic (*Ib.*, 175) and, therefore, date to the last centuries before the advent of Islam or immediately thereafter. In the specific case of KK2/A, there is no stratigraphic ground to discuss such a hypothetical chronology. A test excavation could help in that, if no ancient context was revealed, it could lend support to the modern date of these pseudo-alphabetic signs, and vice versa.



Fig. 16 - Painted drawings found in a small shelter not far from Khor Kharfut, similar in every way to those found under the shelter KK2/A

The pottery collected during the survey, generally very scarce, is of no help to establish the site chronology (Fig. 17). The sherds are made in a reddish-brown fabric with small grits and sparse white inclusion. The interior surface is often black, and some sherds show burnishing on the exterior and interior. The thickness varies between 2 and 10 mm. Only one thicker sherd (12 mm) was collected, characterised by the presence of vegetal temper, and small brown and white grits.

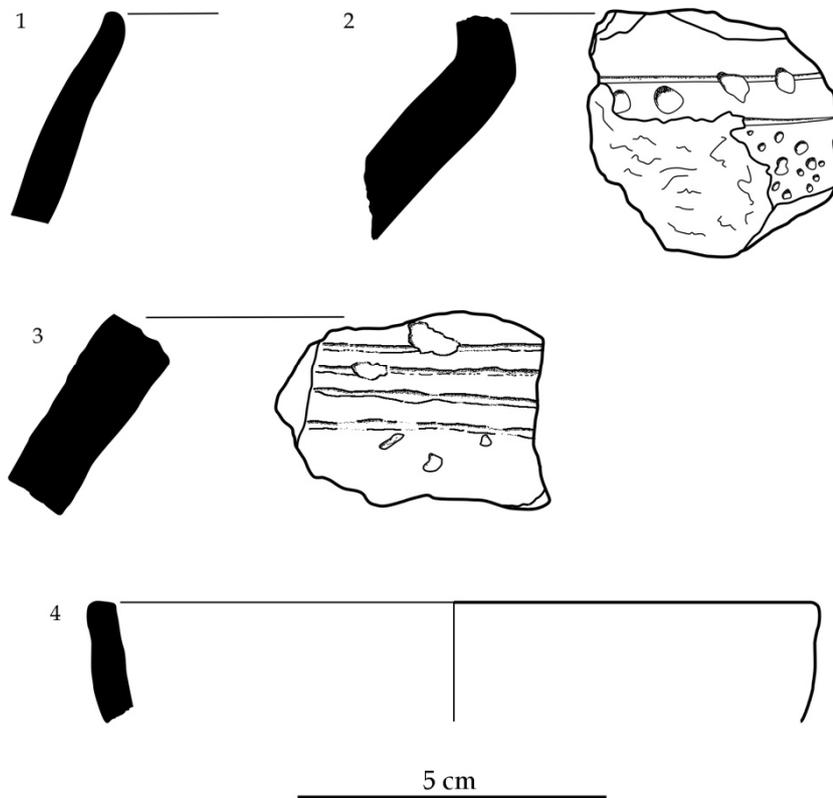


Fig. 17 - A sample of the little pottery collected during the survey. 1) Hole mouth vessel. Medium/coarse red-brown fabric with small grits, vegetable temper. Handmade, black exterior. Traces of burnishing on rim's interior, probable burnishing on exterior; 2) Coarse brown fabric with abundant small angular grits. Handmade, black interior, orange-brown exterior. Burnished exterior and interior. Shallow incised lines around the shoulder and punctuate decoration between them (diameter 4 mm). Possible finer punctuated decoration below. 3) Medium/coarse red-brown fabric with sparse tiny red, brown, and white grits, vegetable temper. Traces of incised horizontal lines on exterior. 4) Medium brown fabric with small black and white grits. Possibly burnished on exterior and top of the rim. 1-3 from the area between KK2 and KK3; 4 from KK6

This ware appears to be very poorly distinctive. The preliminary data from a recent study of Dhofar's local pottery indicate that what appears to be a comparable "Red Ware" is a minor component of 9th-11th century assemblages and becomes dominant between the 14th -18th century AD (Lischi *et al.* 2020, 17), and in general, the pottery of the region is reckoned as being largely conservative from the Iron Age until 1600 AD if not until modern times (Newton, Zarins 2017, 88; Lischi *et al.* 2020, 17). Moreover, Newton and Zarins (2010, 260) admit that the Iron Age is the "least understood of the periods" in Dhofar; it is difficult to understand, therefore, on which basis they list Khor Kharfut among the sites dating to this specific period in the reports of their survey (2010, 254; Zarins, Newton 2013, 58). It was mentioned above that comparable pottery can be found nowadays on the streets of Dhalkut.

It would seem that the idea of Khor Kharfut being occupied during the Iron Age (in this case intended as between the 3rd/1st century BC and the 5th century AD) stems from a more or

less implicit correlation with the South Arabian trade along the coast (Costa 1994, 32) when the Hadrami and later Hymiarite hegemony reached as far east as Khor Rori/Sumhuram. Another element that can stimulate such correlation is the accurate masonry of the buildings KK3/C-E and, to some extent, the probable watching function of the tower KK3/B, which would fit the inclusion of the site into a network of smaller harbours or way-stations scattered between the main port towns. Indeed, Khor Kharfut was also included by N. Groom in the area where one should search for the location of the port of Moscha, mentioned in the 1st century AD *Periplus Maris Erythraei* (Groom 1995, 186). This idea, however, was based on the assumption that Sumhuram did not yet exist around 50 AD (*Ib.*, 185), while now extensive excavation by a team of the University of Pisa has proved Sumhuram to have been founded around the end of the 3rd/beginning of the 2nd century BC (most recently Buffa 2019, 266), thus confirming its identification with Moscha.

Besides, although one could think that, like what happened at Khor Rori and much later at al-Balīd (Hoorn, Cremaschi 2004), Khor Kharfut was once opened to the sea and later blocked by sandy beach formation, this seems not to be the case. Direct communication between the bay and the sea has probably always been linked to the episodes of heavy rains causing water to flow and cut its way to the sea across the beach, thus more likely during the monsoon season (Costa 1994, 32). This situation is also consistent with the absence of fossil beach rock at the site (I. Ahmed, pers. comm. May 2014). This does not exclude the site from the possibility to be part of the coastal trade network, for example with smaller boats unloading goods from larger ships anchored offshore, but surely excludes its role as a safe harbour.

Overall, one cannot dismiss the possibility that the structures at KK2/B and KK3/B-E were part of a small settlement linked with pre-Islamic (coeval with Sumhuram) or Early to Middle Islamic (coeval with al-Balīd) coastal network, but these hypotheses would need supporting archaeological evidence.

Site	Description	Suggested chronology	Costa's site name	Costa's suggested date
KK1/A	Cairns	Prehistoric	8	pre/proto-historic
KK1/A	Rock shelters, pens	Late Islamic to Modern	8	pre/proto-historic
KK1/B	Fences with stone foundations	Modern	-	-
KK2/A	Rock shelter	pre-Islamic (?) to modern	-	-
KK2/B	Walled terrace above rock	pre-Islamic (?) to modern	-	-
KK3/A	Stone enclosures	Late Islamic to Modern	7	pre-Islamic
KK3/B	Stone tower	pre-Islamic (?), Medieval to Late Islamic	5	Medieval to modern
KK3/C	Stone building with Islamic graves on top	pre-Islamic (?), Medieval to Late Islamic	6	pre-Islamic
KK3/D	Stone building	pre-Islamic (?), Medieval to Late Islamic	7?	pre-Islamic

KK3/E	Stone building	pre-Islamic (?), Medieval to Late Islamic	7?	pre-Islamic
KK3/F	Cemetery close to KK3/C	Medieval to Late Islamic	6	Islamic
KK3/G	Cemetery close to KK3/D-E	Medieval to Late Islamic	-	-
KK4/A	Large walled enclosure	Late Islamic to Modern	4A	Medieval to modern
KK4/B	Large walled enclosure	Late Islamic to Modern	4B	Medieval to modern
KK4/C	Huts and other stone features	Late Islamic to Modern	2	pre/proto-historic
KK5/A	Mosque	Late Islamic to Modern	3	Medieval to Late Islamic
KK5/B	Cemetery (east)	Late Islamic to Modern	3B	Medieval to Early Islamic
KK5/C	Cemetery (west)	Late Islamic to Modern, later than KK5/B	3A	Late Islamic to modern
KK6	Shelters, pens, hut foundations, middens	Modern	1	pre/proto-historic

Tab. 1 - Tentative chronology for the sites and structures identified during the survey and comparison with Costa's (1994) suggestions

Conclusions

Anthropogenic traces are abundant and varied at Khor Kharfut, consistently with the characteristics making the small valley a favourable place for human occupation (protected landing point; the presence of natural shelters and stone suitable for construction; rich ecosystem comprising sweet water). Suggesting clear dates for the different episodes of human activity proved extremely difficult, but it seems that, after a possible prehistoric occupation mainly witnessed by funerary structures, the main occupation occurred during the medieval and Late Islamic periods. Many structures that could recall prehistoric features merely by their simple construction cannot be uncritically assigned to that period. Indeed, the vast majority appear to reflect simple lifeways rather than remarkable antiquity.

At the same time, a few elements that could date to the late pre-Islamic period stand out for the building technique (the tower KK3/B; the platform KK3/C) and the presence of pseudo-alphabetic signs (the rock shelter KK2/A). In the lack of solid evidence, however, their inclusion in the context of the South Arabian culture of the late centuries BC and early centuries AD must remain just a fascinating hypothesis.

Undoubtedly, a few contexts would be worth further research, specifically with the possible opening of a few test trenches or at least a thorough cleaning from recent soil cover and vegetation.

Test excavation can be suggested for the cairns at KK1/A, where it could provide useful information about the date and degree of preservation of the possible remains, and under the rock shelter at KK2, to exclude or confirm ancient occupation. Extensive cleaning and test trenching

would also be advisable against the perimeter walls of the tower at Site KK3/B and the buildings KK3/C-E in the same area.

Overall, the small bay of Khor Kharfut is a promising site to investigate human occupation and exploitation of a unique environmental niche and yield fresh data on the ancient history of Dhofar.

REFERENCES

- Aston, W. (2013) Arabia's Hidden Valley. A Unique Habitat in Dhofar Captures Arabia's Past, *Wildlife Middle East* 6/4, pp. 2-4.
- Buffa, V. (2019) Stratigraphy, Chronology of Sumhuram, in V. Buffa (ed.), *Sumhuram. The Becoming of the Town. Khor Rori Report 4*, pp. 247-273. Rome.
- Carter, H. (1852) A Geographical Description of Certain Parts of the Southeast Coast of Arabia and Short Essay on Comparative Geography of Whole Coast, *Journal of the Bombay Branch of the Royal Asiatic Society* 3/2, pp. 224-317.
- Charpentier, V. (2021) Avec les premiers chasseurs-collecteurs maritimes d'Arabie, *Archéologia* 601, pp. 64-69.
- Costa, P. (1994) Khawr Kharfoot, Dhofar: A Preliminary Assessment of the Archaeological Remains, *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies* 24, pp. 27-33.
- Crevaschi, M., F. Negrino (2002) The Frankincense of Sumhuram: palaeoenvironmental and prehistorical background, in A. Avanzini (ed.) *Khor Rori report 1*, pp. 325-363, Pisa.
- Crevaschi, M., A. Perego (2008) Patterns of Land Use and Settlements in the Surroundings of Sumhuram. An Intensive Geo-Archaeological Survey at Khor Rori: Report of Field Season February 2006, in A. Avanzini (ed.) *A Port in Arabia between Rome and the Indian Ocean (3rd Century BC-5th Century AD). Khor Rori Report 2*, pp. 563-607, Rome.
- Davidde, B., R. Petriaggi (1996) Prospezioni subacquee nella regione del Dhofar, *Egitto e Vicino Oriente* 19, pp. 212-216.
- Dini, M., C. Tozzi (2008) Prehistoric Archaeological Prospecting in Dhofar, in A. Avanzini (ed.) *A Port in Arabia between Rome and the Indian Ocean (3rd Century BC-5th Century AD). Khor Rori Report 2*, pp. 703-713. Rome.
- Groom, N. (1995) The Periplus, Pliny and Arabia, *Arabian Archaeology and Epigraphy* 6, pp. 180-195.
- Haines, S.B. (1839) Memoir, to Accompany a Chart of the South Coast of Arabia from the Entrance of the Red Sea to Misenát, in 50° 43' 25" E, *The Journal of the Royal Geographical Society of London* 9, pp. 125-156.
- Haines, S.B. (1845) Memoir of the South and East Coasts of Arabia. Part II, *The Journal of the Royal Geographical Society of London* 15, pp. 104-160.
- Hoorn, C., M. Crevaschi (2004) Late Holocene Paleoenvironmental History of Khawr Rawri and Khawr Al Balid (Dhofar, Sultanate of Oman), *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology* 213, pp. 1-36.
- Le Quellec, J-L, F. Duquesnoy, V. Charpentier, A. al-Mashani (2018) The Zūfār Painted Inscriptions in Oman: Epigraphy and New Technologies, *Arabian Epigraphic Notes* 4, pp. 53-68. <https://scholarlypublications.universiteitleiden.nl/handle/1887/64218> [last consulted September 2022].
- Lischi, S., A. Pavan, A. Fusaro (2020) Preliminary Investigations on the Local Pottery in Dhofar (Southern Oman) from the Iron Age to the Islamic Period, *Bulletin of the International Association for the Study of Arabia* 25, pp. 15-17.
- Newton, L.S., J. Zarins (2010) Preliminary Results of the Dhofar Archaeological Survey, *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies* 40, pp. 247-266.

- Newton, L.S., J. Zarins (2017) *Dhofar through the Ages. An Ecological, Archaeological and Historical Landscape*. Muscat.
- Saunders, J.P. (1846) A Short Memoir of the Proceedings of the Honourable Company's Surveying Brig "Palinurus" during Her Late Examination of the Coast between Ras Morbat and Ras Seger, and between Ras Fartak and the Ruins of Mesinah, *The Journal of the Royal Geographical Society of London* 16, pp. 169-186.
- Shaw Reade, S.N., J.B. Sale, M.D. Gallagher, R.H. Daly, eds (1980) The Scientific Results of the Oman Flora and Fauna Survey, 1977 (Dhofar), *The Journal of Oman Studies, Special Reports*. Muscat.
- al-Shahri, A.A.M. (1991) Recent Epigraphic Discoveries in Dhofar, *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies* 21, pp. 173-191.
- al-Shahri, A.A.M. (2000) *The Language of Aad*. Salalah.
- Zarins, J. (2001) *The Land of Incense. Archaeological Work in the Governorate of Dhofar, Sultanate of Oman, 1990-1995*. Muscat.
- Zarins, J., L.S. Newton (2013) *Atlas of Archaeological Survey in Governorate of Dhofar, Sultanate of Oman*. Muscat.



Dal CAD al GIS: criticità nel riuso di *legacy data* archeologici

Andrea D'Andrea
Università di Napoli L'Orientale

Abstract

Da alcuni decenni gli archeologi creano direttamente planimetrie digitali in CAD o GIS. Questo approccio ha rivoluzionato la registrazione dei dati spaziali. Anche se le mappe registrate in CAD o GIS condividono una modalità comune di rappresentazione numerica organizzata in strati, la differenza tra i due sistemi risiede nell'associazione tra la geometria e le informazioni alfanumeriche a essa collegate e nella topologia. Pertanto, il riutilizzo dei dati CAD nei GIS non è un compito facile senza una riorganizzazione delle informazioni basata sulla costruzione di oggetti semantici, corrispondenti alle caratteristiche archeologiche reali. Molti strumenti sono stati sviluppati con l'obiettivo di convertire automaticamente i file CAD in formati GIS; ma, nonostante gli sforzi, i risultati fin qui ottenuti sono scarsamente significativi e la sfida è ancora aperta. Senza l'intervento diretto del ricercatore, questo passaggio rischia di generare dati incongruenti. Partendo da queste premesse, l'articolo esamina l'approccio seguito per organizzare e convertire le risorse cartografiche relative al sito di al-Balid nel Sultanato dell'Oman. L'obiettivo è fornire una cornice metodologica per ancorare le strutture archeologiche esistenti e proporre un flusso di lavoro in grado di convertire i disegni CAD in file GIS.

Keywords: archaeological maps, *Legacy Data*, Spatial Archive, Migration CAD to GIS

Citation: D'Andrea, A. (2022) Dal CAD al GIS: criticità nel riuso di *legacy data* archeologici. *Archeologie tra Oriente e Occidente* 1, 33-45.
<https://doi.org/10.6093/archeologie/9838>

Corresponding author: dandrea@unior.it

In uno dei primi articoli dedicati all'impiego del GIS in archeologia, K. Kvamme (1989, 139) ha sottolineato la tendenza degli archeologi che lavorano sui record spaziali "ad adottare mezzi informatici automatizzati, o sistemi di gestione di database, per fare un uso efficiente ed efficace di questi grandi insiemi di dati". L'uso pionieristico dei database per archiviare ed elaborare consistenti quantità di record alfanumerici nel tempo è stato progressivamente sostituito e integrato dall'impiego dei GIS in grado di gestire non soltanto attributi testuali, ma anche di visualizzare e interrogare oggetti a connotazione spaziale. L'esigenza di creare piante tematiche (cronologiche, funzionali, distributive) ha spinto i ricercatori a utilizzare una tecnologia di seconda mano, cioè messa a punto prioritariamente per altri compiti (Beale, Reilly 2017), con l'obiettivo di indagare modelli insediativi a livello territoriale anche ricorrendo a fonti non archeologiche come le immagini satellitari, le piante geologiche e geomorfologiche. Una delle principali caratteristiche del GIS risiedeva nella possibilità, fornita dalla comune cornice geografica delle fonti, di combinare in un unico ambiente di esplorazione e analisi strati informativi di natura e contenuto differente come per esempio l'idrografia, l'uso del suolo e/o gli attuali confini amministrativi.

Più o meno negli stessi anni si diffondeva in campo archeologico la tecnologia CAD orientata a supportare il ricercatore nella costruzione di accurate planimetrie in scala e nella gestione grafica di rilievi di scavo, di strutture e di monumenti che potevano periodicamente essere aggiornati e successivamente pubblicati (Beex 1994; Messika 1996). I disegni CAD venivano utilizzati per localizzare le trincee di scavo ed eventuali sondaggi, nonché le singole evidenze riportate alla luce,

fornendo in tal modo una mappa completa e geometricamente accurata dell'area indagata. L'impiego di punti topografici, acquisiti con la stazione totale, consentiva di precisare il posizionamento dello scavo all'interno di un più ampio contesto territoriale che poteva contenere anche informazioni connesse all'assetto dell'ambiente moderno (Alperscon-Afil 2019). All'obiettivo di individuare su una mappa qualsiasi informazione archeologica emersa durante le indagini sul terreno si aggiungeva l'esigenza di posizionare i rinvenimenti in un ambito non confinato esclusivamente al paesaggio antico. Consistenti risparmi di tempo nell'adeguamento dell'informazione archeologica spaziale e nella estrazione di specifiche proiezioni (prospetti, sezioni) compensavano alcuni limiti nell'uso delle piante CAD non ancora riproducibili a colori. Inoltre, per la prima volta, gli archeologi potevano esplorare una documentazione tridimensionale e riflettere su ricostruzioni architettoniche o pattern distributivi dei rinvenimenti (Reilly 1991), mentre le mappe numeriche, codificate in vettori CAD, consentivano di eseguire anche complessi calcoli statistici sugli insiemi spaziali. Per alcuni anni il CAD è sembrato un sistema risolutivo per la registrazione digitale dei dati di scavo; l'assenza di strumenti per la memorizzazione di informazioni descrittive era bilanciata dall'implementazione di specifici software in grado di generare un link tra i due dataset, quello spaziale e quello alfanumerico.

Da un punto di vista cartografico le applicazioni CAD e GIS non sono dissimili (Newell, Sancha 1990): entrambe sono utilizzate per creare disegni che possono essere strutturati in forma di livelli informativi distinti o accorpati in base alle esigenze della ricerca. Per alcuni anni il dibattito in ambito archeologico è apparso concentrato sulle forme di integrazione tra i due sistemi, spingendo soprattutto per l'impiego del CAD collegato ad applicativi destinati alla registrazione di dati associabili agli elementi grafici. Beex (1994, in part. nota 11) sostenendo la superiorità del CAD rispetto al GIS, sottolineava l'abilità del CAD di gestire l'informazione parziale, inaccurata o fuzzy senza forzature, mentre il GIS richiedeva il disegno di oggetti grafici ben definiti e identificabili spazialmente.

Nonostante il comune principio della codifica vettoriale, la migrazione dei disegni da e verso CAD-GIS richiede una concettualizzazione specifica che rende impossibile l'implementazione di una conversione automatica tra i sistemi. Sebbene le industrie del settore delle tecnologie spaziali abbiano sviluppato soluzioni con l'obiettivo di integrare e rendere facilmente interoperabili i due sistemi, i dati GIS e CAD non sono ancora perfettamente sovrapponibili, non tanto in termini di relazioni spaziali tra le informazioni grafiche quanto piuttosto in riferimento alla natura semantica che gli oggetti digitali intendono rappresentare sul piano della conoscenza archeologica. Se l'evoluzione degli strumenti informatici rende possibile la raccolta, l'archiviazione, l'interrogazione, l'elaborazione e la visualizzazione di dati spaziali con sempre maggiore efficienza, questo approccio ha progressivamente cambiato l'atteggiamento dell'archeologo di fronte alla scrittura e alla gestione dei dati spaziali, modificando le modalità di registrazione e presentazione delle informazioni a livello di sito o di paesaggio.

Purtroppo, nonostante gli sforzi compiuti nella direzione della creazione di formati digitali di interscambio tra sistemi diversi, l'adattamento di file CAD per applicazioni GIS è ancora un compito difficile, impossibile da portare a termine senza l'intervento umano (Bibby, Ducke 2017). Sebbene le mappe codificate per applicazioni CAD o GIS condividano una modalità comune di rappresentazione numerica organizzata in strati, la differenza tra i due sistemi risiede nel legame tra le entità geometriche e le informazioni alfanumeriche a esse collegate; in particolare, il CAD produce mappe grafiche complesse spesso accurate nell'ordine di millimetri, ma ignora gli attributi non spaziali associati alle entità grafiche e soprattutto la topologia, cioè la relazione tra le geometrie vettoriali. Pertanto, il riutilizzo dei dati CAD nei GIS non è un compito facile senza una riorganizzazione delle informazioni che si fondi sulla costruzione di oggetti in grado di trasformare le primitive geometriche CAD in record semantici

(muri, stanze, strade, edifici, ecc.). Inoltre, i software GIS permettono di integrare più facilmente i dati archeologici con altre fonti spaziali, come le immagini satellitari, gli strati relativi al paesaggio moderno, alla topografia antica, alla geologia, ecc., fornendo in questo modo un quadro più dettagliato per l'analisi del paesaggio e dei modelli di occupazione dello spazio nell'antichità.

Partendo da queste premesse, l'articolo mostra, come esempio di criticità connesse al passaggio CAD-GIS, il processo di trasformazione progettato per convertire le risorse cartografiche, originariamente in CAD, relative al sito islamico di al-Balīd, nel Sultanato dell'Oman, che fu uno dei porti più importanti dell'Oceano Indiano occidentale tra il XIII e il XVII secolo. L'intervento descritto nel contributo si intreccia anche con le più generali questioni relative all'aggiornamento dei *legacy data*, cioè i dati ereditati, talvolta digitali, che costituiscono una preziosa e spesso insostituibile fonte informativa riutilizzabile per nuove ricerche in campo topografico.

Il processo di digitalizzazione

La conversione digitale di mappe e disegni storici viene realizzata seguendo due strategie che possono essere integrate: tramite la scansione o la vettorializzazione delle informazioni spaziali contenute in mappe, sezioni, prospetti e anche in fotografie. La digitalizzazione è un compito relativamente facile. In genere, le planimetrie 2D vengono scansionate in formato raster, ridimensionate alla scala originale e quindi disegnate con un software di disegno vettoriale. La fase di disegno, volta a catturare le caratteristiche archeologiche, topografiche e geologiche, della mappa si basa sulle esigenze di ricerca e/o professionali dell'utente finale. In CAD i vettori (linee, poligoni, polilinee, punti) sono assegnati a layer che identificano diversi attributi. Sebbene sia facile aggiornare una mappa CAD, non è possibile associare attributi alfanumerici all'oggetto vettoriale, né interrogarlo o raggrupparlo in diversi elementi che condividano caratteristiche comuni come la cronologia, la tipologia, la fase, etc. Ulteriori criticità emergono quando la vettorializzazione, per quanto accurata, non è in grado di rappresentare una serie di informazioni descrittive, che non possono essere estratte dalla documentazione grafica esistente, ma che risultano indispensabili per una corretta interpretazione dell'oggetto disegnato. L'uso delle etichette testuali per caratterizzare l'informazione spaziale o di altri elementi relativi alle proprietà della resa grafica (spessore, tipologia, colore, stile, retini, etc.) può certamente aiutare la lettura del prodotto finale, ma non consentono di rendere la mappa interrogabile. Il passaggio, dunque, dai disegni CAD ai sistemi GIS rappresenta una sfida di non facile soluzione, che solo parzialmente può avvalersi di strumenti automatici.

Uno dei punti di maggiore problematicità riguarda il processo non solo di conversione, ma anche di creazione di oggetti. A differenza del disegno CAD, nel quale le linee sono utilizzate per rappresentare molteplici informazioni, i sistemi GIS lavorano su oggetti discreti, cioè legati a una superficie definita (chiusa o aperta) a cui viene associato un attributo alfanumerico generalmente memorizzato in un database. Le criticità osservate in precedenza aumentano con la necessità di trasformare i disegni CAD relativi agli scavi in oggetti vettoriali corrispondenti a record archeologici, ad esempio strati, strutture, elementi architettonici, etc. Se l'informazione spaziale è parziale, non accurata o ambigua possono essere adottate specifiche strategie per il trattamento dei dati grafici importati in un GIS (Niccolucci, D'Andrea, Crescioli 2000).

Sebbene il GIS sia una tecnologia matura con centinaia di applicazioni e casi di studio in archeologia sviluppati negli ultimi 35 anni, non esistono standard riconosciuti o best practice in grado di automatizzare la trasformazione di elementi CAD in dati GIS. In genere la gestione della digitalizzazione di un archivio cartografico è per lo più lasciata all'archeologo il quale agirà in relazione agli obiettivi della ricerca. Così, il sito può essere un semplice punto in un'analisi inter-sito, o una forma

schematica in un GIS intra-sito, oppure una mappa dettagliata che descrive accuratamente i singoli elementi stratigrafici e i livelli 3D.

Un ulteriore livello di criticità è rappresentato dai criteri e dai relativi parametri selezionati per identificare, ad esempio, gli edifici: si deve tracciare una linea per definire l'allineamento di un muro o due linee per indicarne lo spessore, e come si devono elaborare le primitive geometriche che descrivono una struttura riutilizzata appartenente a fasi diverse in cui alcune parti della struttura hanno una lunga durata di sopravvivenza? In generale, gli archeologi risolvono questi dubbi sulla base della documentazione disponibile, soprattutto quella testuale, consistente in diari di scavo, schede, fotografie, etc.

Nonostante i GIS integrino dati grafici e alfanumerici, esiste una profonda differenza tra la teoria e la pratica nella costruzione di un progetto di sistema informativo territoriale; questa diversità dipende talvolta dalle caratteristiche del software che dirige il ricercatore nella implementazione di un sistema basato su un metodo non strutturato e su un approccio manuale. In sintesi, la migrazione di dati 2 o 3D è un compito spesso svolto senza una strategia precisa nella quale prevale piuttosto l'obiettivo di combinare diversi livelli di informazione, geometrici e testuali, relativi all'evidenza disponibile, archeologica e/o dal mondo fisico reale.

Una corretta conversione dei dati garantisce la conservazione a lungo termine degli archivi digitali e riduce il rischio di perdita di informazioni di un patrimonio di conoscenza che spesso non può essere nuovamente registrato. Poiché lo scavo archeologico è per sua natura un processo distruttivo, i ricercatori sono sempre più consapevoli dell'importanza di sviluppare procedure, strategie e buone pratiche per un'adeguata archiviazione dei dati territoriali e per il loro riutilizzo. Dal 2016 l'Archaeology Data Service di York ha avviato un processo di conversione finalizzato alla conservazione di file CAD su larga scala all'interno di un framework conforme al modello di riferimento *Open Archival Information System* (OAIS) (Green, Niven, Field 2016). La migrazione dei dati viene generalmente suddivisa in diverse fasi delle quali la quinta riguarda la creazione di file PDF/A per la divulgazione dei dati. Il processo di conversione non prevede una procedura per il riutilizzo dei file CAD nelle applicazioni GIS. Il modo migliore per riutilizzare piante, sezioni e prospetti nelle piattaforme GIS consiste nella modifica dei dati vettoriali direttamente all'interno dell'ambiente CAD, in modo che possano essere letti e gestiti correttamente in un qualsiasi software GIS. Questo procedimento prevede prioritariamente l'identificazione di entità spaziali, rappresentate in un mondo complesso contraddistinto da una molteplicità di fonti informative, e non semplicemente dalle entità grafiche da disegnare.

Dal CAD al GIS: alcune criticità

Come si è tentato fin qui di dimostrare alcune questioni relative alla migrazione dei dati CAD devono essere esaminate e risolte prima di trasferire i file in un sistema GIS; l'analisi dei dati grafici è il punto chiave dell'intero processo di migrazione. Nell'implementazione di una pipeline di conversione, l'attenzione del ricercatore deve essere principalmente dedicata al controllo della struttura CAD esistente, soprattutto considerando che il file GIS finale risponde a una logica del tutto differente; mentre l'enfasi del CAD è sulla creazione e modifica di documenti grafici, il tratto distintivo del GIS è la modellazione di informazioni a connotazione geografica relative ad un mondo reale. Una ulteriore differenza risiede nel modo in cui GIS e CAD sono strutturati; i GIS sono database geospaziali che mappano il mondo reale come appare, mentre il CAD è stato sviluppato per disegnare oggetti elaborati da un progettista.

Prima di iniziare il processo di migrazione è necessario osservare alcune semplici regole. Quando si trasforma il CAD in GIS, la sfida risiede nei dettagli. Pertanto, è necessario:

- Convertire le entità grafiche CAD in geometrie GIS, se necessario chiuse ed assegnando ciascuna linea e/o polilinea ad un singolo oggetto;
- Convertire le annotazioni, le etichette e la simbologia CAD in attributi GIS;
- Analizzare altre informazioni CAD come i tag, le entità estese e i dati di oggetti memorizzati in una tabella del disegno;
- Riproiettare il sistema cartesiano CAD in una proiezione geografica.

Il primo punto richiede probabilmente pochi aggiustamenti, poiché alcune geometrie CAD, come le spline, non sono supportate nel GIS; inoltre, la conversione di polilinee/linee/punti CAD in poligoni GIS non è automatica. Se le linee non si collegano perfettamente, è necessario utilizzare funzioni specifiche per trasformarle. È necessaria una funzione di convalida (manuale o automatica) per il successivo controllo della trasformazione delle entità geometriche in oggetti, con la verifica e la relativa gestione di problemi quali geometrie corrotte o auto-intersezioni. Un'altra fase importante della conversione è la selezione delle etichette, testi, blocchi, dimensioni, stili e simboli CAD, che diventano attributi nel set di dati GIS. Allo stesso modo devono essere trattati i tag, le entità estese e gli oggetti-dati. Infine, poiché il disegno CAD non è generalmente georeferenziato, è necessario impostare un sistema di coordinate durante la conversione; la procedura richiede di spostare il disegno su almeno due coordinate note, preferibilmente proiettate in un sistema cartografico (ad esempio, UTM) piuttosto che geografico. Questa fase non coinvolge solo alcune funzioni CAD come MOVE, ma può richiedere anche l'uso di formule come ROTATE, TRANSFORM, TRANSLATION e SCALE il cui uso dovrà essere esaminato in rapporto alle specifiche esigenze di ricerca e alla struttura dei file CAD da convertire.

Tutti i software GIS dispongono di un motore che consente di leggere e visualizzare correttamente file CAD, ma non di eseguire operazioni di analisi e/o manipolazione spaziale, né di interrogare o aggregare i dati. Le procedure di migrazione implementate in alcuni GIS per rendere leggibile i file CAD si basano su passaggi automatici che possono causare la perdita di dati importanti e, pertanto, sono sconsigliate, soprattutto quando non si può controllare la correttezza della topologia degli oggetti.

Un'ulteriore criticità nel passaggio tra i due sistemi risiede nella strategia GIS che il ricercatore intende adottare. In generale, esistono due approcci: il GIS viene implementato adoperando dati digitali nativi, oppure integrando e combinando informazioni disponibili su supporti cartacei con dati digital born. Nel primo caso la filosofia GIS guiderà la progettazione di ogni singola fase di implementazione del sistema; i dati saranno strutturati e formalizzati secondo le caratteristiche dei GIS; le informazioni spaziali saranno strutturate in base agli oggetti e non alle primitive geometriche. Nel secondo caso, diversi approcci metodologici guideranno la costruzione del GIS la cui funzione principale consisterà nell'organizzazione dei dati. Mentre il primo metodo di creazione di un GIS si basa sull'impiego di dati spaziali digitali acquisiti tramite GPS, GNSS, stazione totale, fotogrammetria aerea e terrestre, laser scanner, immagini satellitari, il secondo si fonda su un processo di digitalizzazione/vettorializzazione di mappe cartacee, che possiamo definire Scan2GIS, caratterizzato dalla identificazione manuale o semi-automatica di oggetti strutturati secondo specifiche classi e assegnati a distinti strati informativi.

L'integrazione di record corrispondenti a tematismi differenti non può essere risolta ricorrendo a procedure automatizzate. Su tale punto Chapman (2001, 19) segnala che “il riuso delle indagini archeologiche ha importanti implicazioni in relazione allo sviluppo della gestione e dell'archiviazione dei dati digitali”. Il livello di astrazione e di modellazione prescelto per la creazione del GIS risultano determinanti per ridurre possibili rischi derivanti, per esempio, dalla migrazione e dalla successiva fusione di dati multi-temporali e/o acquisiti in momenti differenti.

L'uso di metadati per memorizzare il ciclo di vita dei dati, soprattutto di quelli legacy, costituisce una prassi auspicabile che mette al riparo il ricercatore da errori che possono essere generati nel caso di un successivo riutilizzo degli archivi spaziali in altre applicazioni (Newell, Sacha 1990, Chapman 2001).

Nonostante le profonde differenze concettuali e di struttura, i sistemi CAD e GIS si sono reciprocamente influenzati nel corso degli ultimi 30 anni e oggi i due software appaiono condividere molte funzioni, tra cui un editing avanzato per il disegno delle geometrie. Nel successivo paragrafo verranno esaminate alcune criticità emerse nel corso dell'analisi del vasto archivio informativo che in oltre 70 anni è stato raccolto nelle indagini sul sito di al-Balīd, in Oman; il corretto riesame di questo vasto corpus di *legacy data*, tra cui un ricco archivio di file CAD, costituisce uno dei principali obiettivi per la ripresa delle ricerche sul terreno.

Il caso di studio di al-Balīd

L'antico porto di al-Balīd, un importante snodo lungo le rotte che attraversavano l'Oceano Indiano in epoca medievale, è stato indagato da numerosi studiosi con finalità e, chiaramente, metodologie diverse che hanno prodotto un ampio archivio di dati archeologici, relazioni e pubblicazioni (da ultimi D'Andrea 2021, D'Andrea *et al.* 2022).

Uno degli obiettivi previsti dalle nuove indagini, promosse dall'Università di Napoli L'Orientale, prevede la sistematizzazione delle precedenti ricerche e la realizzazione di una cartografia digitale che raccolga tutte le planimetrie e i disegni disponibili. A tale scopo è stata avviata una revisione critica dell'intera documentazione grafica esistente in funzione della progettazione di un sistema GIS in grado di riutilizzare i dati finora acquisiti, tra cui un consistente archivio CAD.

Dopo i primi scavi realizzati negli anni 50, P. Costa (1982) eseguì negli anni 70 il primo rilievo dell'area. Delle prime stagioni di indagini, di cui restano planimetrie dei singoli edifici rinvenuti, Costa riconobbe sul terreno molte tracce, ma non riuscì sempre a identificare la reale estensione dei sondaggi. Prima di riprendere gli scavi, egli realizzò una griglia per posizionare tutte le evidenze fino ad allora riportate alla luce. Nel 1995 le indagini sul campo furono riprese da M. Jansen (2015) con l'obiettivo di creare un parco archeologico; alla fine dell'intervento, nel 2003, venne restituita una mappa aggiornata dei rinvenimenti. A Jansen si deve l'introduzione di una innovativa metodologia di documentazione digitale ben descritta, che illustra i vari interventi realizzati. Uno dei primi compiti della missione tedesca fu il controllo della griglia di Costa e la creazione di un nuovo sistema di riferimento completamente tridimensionale, proiettato in coordinate UTM 40N. Per aumentare l'accuratezza del reticolo, l'intera area venne ulteriormente suddivisa in quadrati di 4 mq e tutte le piante, le sezioni e i prospetti vennero vettorializzati in CAD, procedendo in alcuni casi, come per la grande moschea pubblicata da Costa, alla realizzazione di nuovo rilievo. L'archivio grafico di Jansen comprende decine di piani CAD 2D georeferenziati e realizzati per illustrare i monumenti e gli scavi. Molti sforzi sono stati dedicati allo sviluppo di una strategia digitale funzionale alla ottimizzazione della documentazione archeologica pregressa; ad esempio, è stato creato un database per la memorizzazione dei disegni e delle fotografie. Nonostante l'approccio globale, che ha incluso la progettazione e implementazione di un completo sistema di registrazione digitale, l'assenza di descrizioni dello scavo rende pressoché muto l'archivio grafico pubblicato.

Nel 2005-2012 le indagini furono riprese da J. Zarins e L.S. Newton (Zarins, Newton 2012; Newton, Zarins 2010, 2017), i quali eseguirono un aggiornamento della griglia Costa-Jansen. Le nuove trincee vennero posizionate all'interno di una sotto-griglia di cinque metri utilizzata limitatamente alle nuove aree di scavo. A differenza di Jansen, non abbiamo alcun rilievo CAD e quindi le informazioni grafiche relative a questo periodo di indagini sono circoscritte alle figure e alle tavole tratte da relazioni

e pubblicazioni edite. Nel periodo 2013-2018 K. Lewis riprese i lavori adottando, come Jansen, un sistema di registrazione digitale per raccogliere i dati direttamente sul campo. Lewis (2015) riutilizzò la rete topografica rielaborata da Zarins e introdusse un più puntuale sistema gerarchico per l'identificazione spaziale dei rinvenimenti: le aree di scavo (modulo di 35×30 m) vennero ripartite in unità (5×5 mq) a loro volta suddivise in loci (unità stratigrafiche).

Dal 2016 un nuovo intervento, realizzato da A. Pavan per conto dell'Office of the Advisor to HM the Sultan for Cultural Affairs ha avuto come obiettivo le indagini e il restauro della cittadella (Pavan, Laurenza, Valentini 2019; Pavan *et al.* 2020). Per avere un rilievo più accurato dei rinvenimenti la griglia originaria è stata ulteriormente suddivisa in quadrati di 5×5 m. Inoltre, l'utilizzo per la prima volta di tecnologie 3D innovative (laser scanner, drone e fotogrammetria terrestre) ha permesso di ottenere una dettagliata replica digitale dell'edificio da cui sono state estratte e analizzate ortofoto, sezioni e prospetti.

Questa breve rassegna degli interventi di scavo eseguiti sul sito evidenzia la grande quantità di risorse spaziali acquisite e, soprattutto, l'esigenza, emersa fin dagli scavi Costa, di disporre di un sistema di riferimento generale per localizzare le strutture archeologiche. Mentre appare semplice l'importazione in GIS della rete topografica con i vari relativi aggiornamenti e ripartizioni, qualche problema emerge nella analisi della documentazione grafica di dettaglio per la quale non sempre si dispone di una adeguata descrizione. Per tali motivi, la creazione di oggetti archeologici, partendo dalle sole primitive geometriche dei disegni CAD o dalle piante edite, risulta un compito piuttosto complesso.

Il processo CAD2GIS e Scan2GIS, cioè la conversione delle informazioni geometriche e grafiche in componenti archeologiche (muri, ambienti, soglie, pavimenti, etc.) spazialmente riferite, deve necessariamente prevedere una fase di studio e analisi dell'evidenza. Una strategia basata sull'impiego di procedimenti di tipo automatico per la strutturazione di oggetti archeologici è altamente rischiosa e con un esito finale imprevedibile, in particolare nel caso della presenza di elementi architettonici riutilizzati o rifunzionalizzati in nuove strutture e/o in fasi successive. L'intervento umano per la strutturazione di questa specifica parte del processo di conversione connesso allo studio diacronico dei monumenti appare, dunque, insostituibile.

Una guida per una applicazione intra-site

L'implementazione di un GIS per gestire un articolato archivio cartografico costituisce il passaggio conclusivo di una fase progettuale dedicata, tra l'altro, a valutare i potenziali target e i possibili errori causati, per esempio, da una georeferenziazione imprecisa o dalla sovrapposizione di fonti eterogenee acquisite a differente risoluzione. Una scheda che registri i vari scavi annotando pochi dati (anno di scavo, autore, numerazione originale se presente, breve presentazione dei principali risultati, etc.) rappresenta il primo step del processo di importazione; questo punto del workflow consente di verificare la congruità delle fonti con il relativo contenuto informativo e di evidenziare le eventuali criticità a livello di reciproche relazioni spaziali. La successiva georeferenziazione dell'estensione dei singoli interventi permette di esaminare il livello di affidabilità e precisione delle mappe cartacee e, quindi, la loro sovrapponibilità. Accertata la coerenza dei livelli, il successivo step riguarda la vettorializzazione delle geometrie con l'identificazione degli oggetti archeologici. In questa fase, grande importanza, è data dalle descrizioni fornite dagli archeologi; solo così è possibile trasformare i dati geometrici delle mappe cartacee o dei disegni CAD in oggetti archeologici (es. muri, ambienti, finestre, porte, tetti, ecc.), anche se le informazioni grafiche possono risultare parziali e poco esplicative.

La corretta pianificazione delle diverse modalità di strutturazione dell'evidenza archeologica all'interno di un GIS fa in modo che la trasformazione digitale non sia un processo lineare e automatico, orientato all'identificazione degli elementi grafici contenuti in una mappa, ma costituisca uno sviluppo

concettuale che integra l'informazione presente nei dati spaziali con le traiettorie di ricerca determinate dall'archeologo. La valutazione delle forme di migrazione di un archivio cartografico rientra, dunque, in un più generale progetto di analisi dei dati disponibili e di tutta la documentazione archeologica prodotta, compresi i disegni CAD.

Anche per la costruzione del GIS per il sito di al-Balīd è stato seguito questo approccio metodologico a partire dalla acquisizione della mappa relativa alla rete topografica rielaborata da Jansen. La griglia è stata successivamente adoperata per l'inquadratura dei differenti interventi realizzati nel corso di 70 anni di indagini sul terreno; in alcuni casi, poiché le mappe originali non erano disponibili, è stato necessario scansionare le piante pubblicate valutando in ciascun caso i problemi legati alla scala e alla corretta identificazione delle informazioni archeologiche contenute nelle fonti edite. I disegni CAD, relativi ai limiti dei vari scavi, sono stati importati senza alcun particolare intervento di ricodifica, ma semplicemente assegnando al file il sistema di proiezione geografica scelto come riferimento.

Due esempi, tratti dall'archivio cartografico, mostrano la complessità del lavoro di progettazione e implementazione di un GIS che si basa su legacy spatial data. Nel primo (Fig. 1) si illustra la georeferenziazione della mappa relativa allo scavo della cittadella (identificato come "palace" da Albright), precedente all'avvio dei lavori di Pavan e sovrapposta all'attuale pianta del sito ripresa da Google Earth e alla griglia Costa; la figura presenta anche il rilievo della grande moschea eseguito da Jansen partendo dalla digitalizzazione della mappa disegnata da Costa. Mentre per quanto riguarda la cittadella al processo di georeferenziazione è seguita la fase della vettorializzazione delle strutture, per la grande moschea la procedura si è rivelata più complessa benché si disponesse di un disegno CAD.

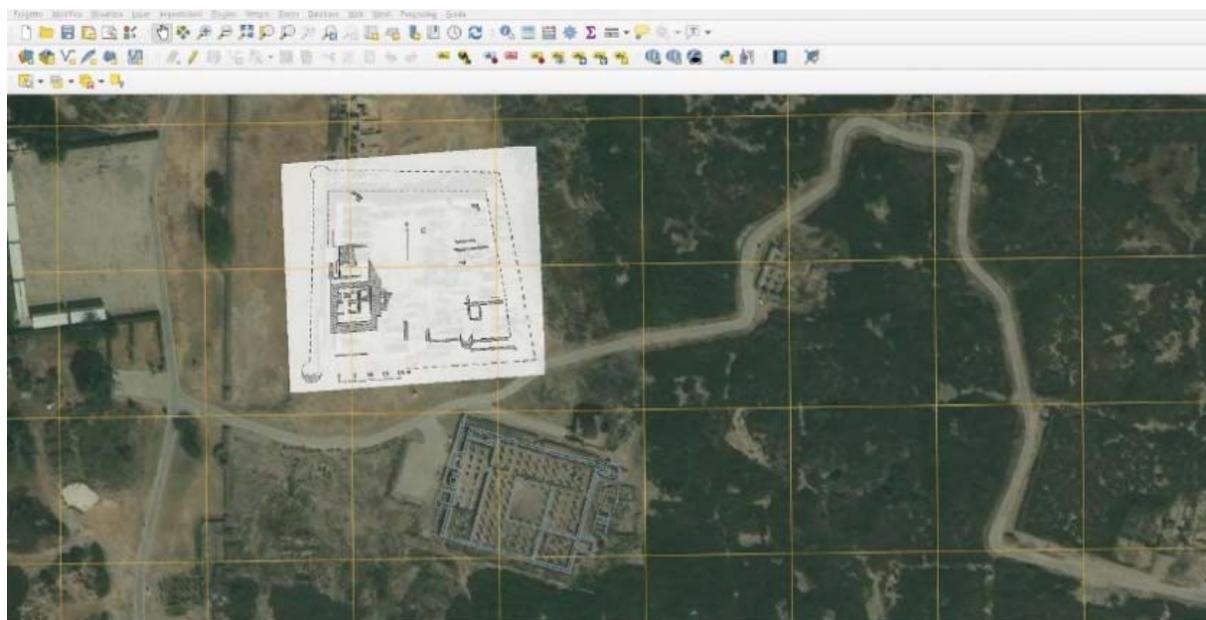


Fig. 1 - L'area ovest di al-Balīd tratta da Google Earth, con la sovrapposizione della griglia Costa, la cittadella scavata da Albright (1982) e la grande moschea rilevata da Jansen (2015)

La Fig. 2 mostra la tabella associata ai vari elementi grafici vettoriali; poiché le entità fanno riferimento a layer e classi di tipo generale, i singoli tratti grafici non possono essere uniti automaticamente per creare i differenti oggetti che compongono il monumento (muri, colonne,

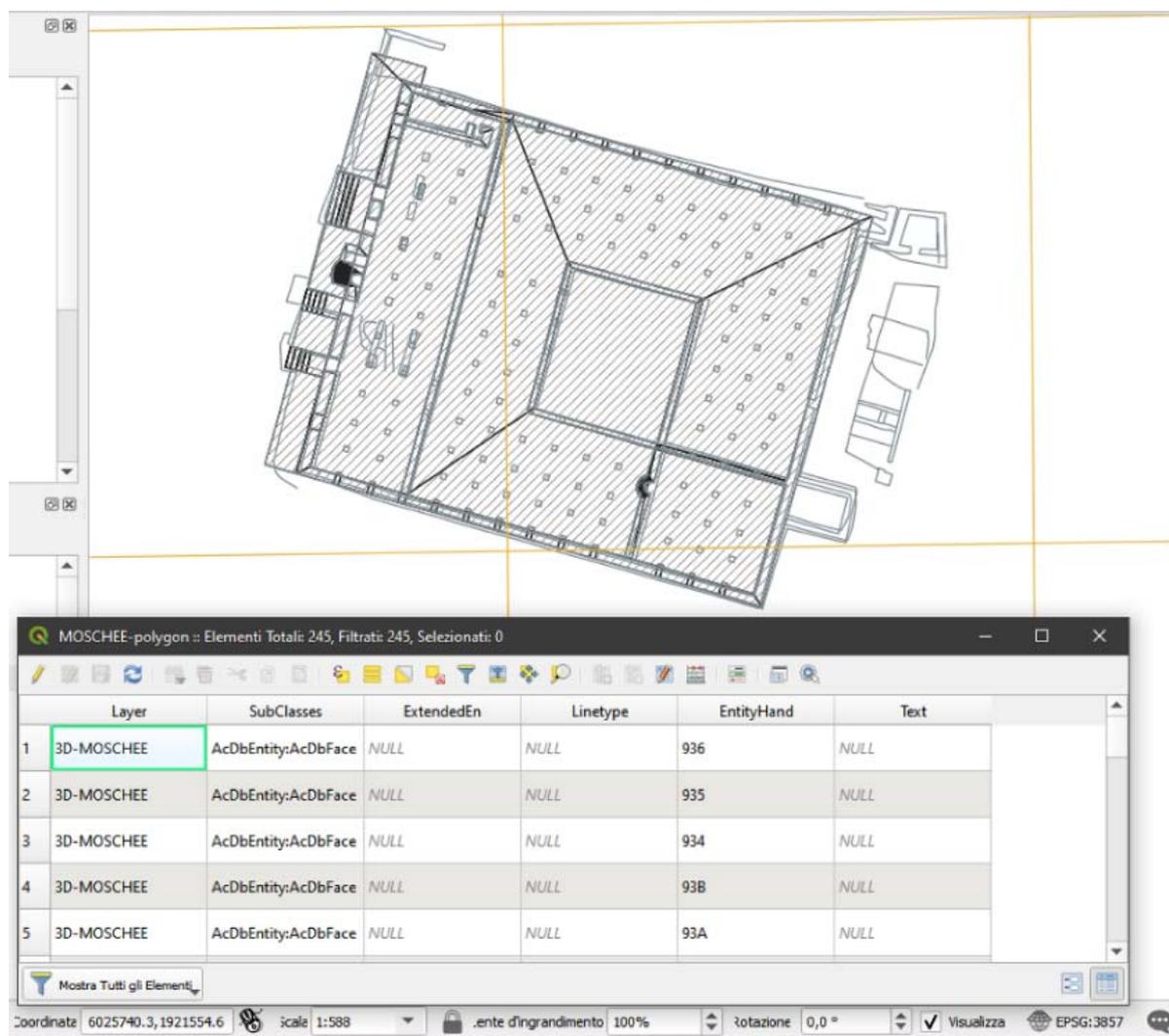


Fig. 2 - Importazione del file CAD in QGIS: in basso la tabella CAD associata alle informazioni grafiche disegnate in CAD (per gentile concessione dell'Office of the Advisor to HM the Sultan for Cultural Affairs)

pavimento, etc.). Le 245 entità grafiche del file CAD relativo alla grande moschea dovranno essere unite manualmente per consentire la ricostruzione di oggetti corrispondenti agli elementi architettonici e strutturali del monumento; poiché dai testi pubblicati sappiamo che l'edificio (o parte di questo) è stato costruito su strutture più antiche, solo leggendo la documentazione di scavo sarà possibile identificare le diverse fasi di costruzione della moschea e creare specifici oggetti GIS relativi alle differenti edificazioni. Questo primo esempio evidenzia il divario di accuratezza tra i livelli di informazione disponibili e la difficoltà di un processo di georeferenziazione che non permette sempre di verificare sul terreno la precisione del posizionamento del rilievo originale senza eventuali nuove misurazioni. Inoltre, il caso della grande moschea sottolinea come l'importazione di dati CAD sia il risultato di una riflessione che coinvolge il trattamento delle informazioni grafiche, l'analisi delle relazioni di scavo e l'esame delle ipotesi ricostruttive. L'archeologo dovrà chiaramente gestire una serie di criticità, difficilmente risolvibili in modo definitivo, e operare alcune scelte per la codifica delle informazioni parziali o non verificabili. L'uso di appropriati metadati consente di descrivere e registrare i vari passaggi che caratterizzano la conversione e le decisioni adottate nella valutazione dei casi complessi.

Il secondo esempio proviene dal cosiddetto quartiere indiano scavato da Zarins (Newton Zarins 2014); per questa area non esistono disegni CAD e l'unica mappa attualmente disponibile per la digitalizzazione delle evidenze archeologiche è ricavabile da un contributo edito privo di dettagliate informazioni di scavo. Esaminando la pianta si evidenziano numerose aree di non facile interpretazione che rendono il processo di vettorializzazione particolarmente arbitrario e, quindi, rischioso (Fig. 3). L'assenza di schede o relazioni che illustrino l'articolazione dello scavo e la sua interpretazione rende la fase di identificazione semantica degli oggetti molto soggettiva e impossibile da automatizzare. Qualsiasi semplificazione nella creazione di oggetti archeologici può avere conseguenze negative sulla corretta organizzazione e gestione delle informazioni archeologiche.



Fig. 3 - La mappa geo-riferita del quartiere indiano (Newton, Zarins 2014)

I test effettuati finora su alcune parti dell'archivio cartografico di al-Balīd mostrano quanto sia complessa e piena di pericoli la strada per lo sviluppo di una procedura che semplifichi la conversione dei disegni CAD e della documentazione planimetrica cartacea e, nello stesso tempo, conservi le relazioni topologiche tra gli oggetti (al-Rawashdeh Balqies Sadoun, Al Fukara 2012).

Il disegno CAD può trasmettere impressioni e suggestioni nella lettura della mappa; tratteggi, stili di linea, retini possono indicare l'allineamento di un muro, la chiusura di un ambiente, lo sviluppo di uno strato e la ricostruzione di un settore dello scavo. Al contrario, il sistema GIS necessita di un più rigorosa e formale definizione delle varie geometrie, che si può realizzare solo attraverso la costruzione

di elementi grafici associabili ad un unico contenuto alfanumerico. Il rischio è quello di utilizzare il GIS come un motore CAD più moderno che integra facilmente altri supporti cartografici per creare mappe composite, ma incapace di utilizzare le funzioni topologiche per analisi distributive e insediative più complesse.

La digitalizzazione di mappe cartacee, assieme all'importazione di disegni CAD, si intreccia, dunque, con questioni di metodo che non possono essere risolte dallo sviluppo di procedure automatiche e/o di software che aiutino il ricercatore a scegliere la soluzione migliore per un'interpretazione scientificamente sostenibile dei resti archeologici. Il passaggio da elementi grafici, cartacei o digitali, a oggetti semantici richiede uno sforzo in termini concettuali che può essere paragonato quasi allo stesso processo di scoperta del record archeologico. Questo approccio è ancora saldamente nelle mani dell'archeologo che deve districarsi tra sovrapposizioni stratigrafiche, non sempre chiare, ed entità geometriche e/o semantiche che riproducono digitalmente le evidenze portate alla luce.

Quando un disegno CAD viene importato in un sistema GIS, il software riconosce le caratteristiche geometriche degli elementi grafici: punti, linee, poligoni e, infine, annotazioni; questa suddivisione si basa esclusivamente sugli strati CAD originali, senza alcuna interazione tra i dati e il mondo reale. Solo l'intervento umano è in grado di completare il processo di migrazione attraverso la trasformazione degli elementi grafici dei disegni CAD in oggetti reali tratti dal mondo fisico.

Conclusioni

Mentre per molti anni il record archeologico è stato considerato il risultato di un'attività distruttiva, la registrazione digitale ha portato a considerare le informazioni come il prodotto di un fase creativa di acquisizione di dati di alta qualità (Roosevelt *et al.* 2015). Negli ultimi anni questa visione efficientista e pervasiva dell'informatica è stata contrastata da studiosi che, privilegiando un'archeologia lenta, criticano l'idea stessa che l'informatica serva a velocizzare o semplificare l'acquisizione e la gestione dei dati sottolinando, invece, la natura di marginalizzazione dell'intervento umano nel processo di digitalizzazione dell'informazione (Caraher 2019).

Nonostante i punti di vista differenti sul riconoscimento della funzione creativa o meno della documentazione, lo scavo resta un processo distruttivo e il record archeologico una informazione che deve essere adeguatamente registrata e messa a disposizione dei ricercatori. La consapevolezza dell'importanza dello sviluppo delle fasi di documentazione ha portato all'acquisizione di sistemi che registrano digitalmente tutti i momenti di uno scavo. Questo approccio ha certamente contribuito a un progresso nei metodi di formalizzazione e scrittura della documentazione archeologica, ma, nello stesso tempo, ha prodotto nuove sfide, soprattutto in relazione alla migrazione e gestione di pregressi archivi di *legacy data* spaziali.

Molti progetti archeologici adottano specifiche strategie per produrre, gestire e mantenere il record spaziale; l'uso di strumenti di precisione (GNSS, UAV, stazioni totali) spinge gli studiosi a registrare i dati spaziali direttamente sullo scavo. La creazione di un sistema topografico affidabile permette di ancorare qualsiasi record spaziale con un alto livello di accuratezza, riducendo il rischio di possibili errori; una rete, locale o georeferenziata, permette anche di posizionare e geo-riferire vecchi rilievi cartacei o digitali.

Nonostante l'ampia diffusione delle tecnologie di rilievo digitale, permangono alcune criticità connesse soprattutto al legame, spesso implicito, tra documentazione cartacea e/o digitale e conoscenza archeologica.

Nei primi anni della digitalizzazione si è assistito a un aumento dei disegni CAD che hanno supportato le indagini archeologiche incoraggiando gli studiosi verso l'organizzazione e la gestione di

archivi di dati a connotazione spaziale. L'aggiornamento periodico delle planimetrie, in base allo sviluppo della ricerca sul campo, ha contribuito a rendere insostituibile l'uso di disegni digitali. Il perfezionamento della documentazione grafica permetteva ai ricercatori di tenere rapidamente sotto controllo l'intera evoluzione dello scavo e di pianificare gli interventi successivi. Oggi, con la diffusione dei sistemi GIS, CAD e, più recentemente, BIM, la gestione dell'informazione territoriale e geografica è diventata molto complessa sia per gli aspetti legati alla concettualizzazione dei dati sia per il formato e i software di elaborazione e visualizzazione degli archivi cartografici. La rapida evoluzione degli strumenti a disposizione fa emergere, nello stesso tempo, il problema del recupero dei disegni CAD e del loro utilizzo in più moderni sistemi di gestione.

Nell'esempio qui presentato, la progettazione di un GIS ha richiesto la rilettura dell'intero archivio cartografico, compresi i disegni cartacei e quelli digitalizzati o prodotti in CAD. L'articolo, che si è focalizzato sugli aspetti dell'implementazione del sistema e su una possibile migrazione di un archivio CAD, ha mostrato quanto la conversione dei dati spaziali si basi su un lavoro intuitivo e paziente che consiste nell'esaminare, laddove possibile, le notizie relative allo scavo delle evidenze. Nel passaggio da entità grafiche e geometriche astratte ad un ecosistema digitale semantico il ricercatore dovrà scegliere la soluzione migliore utilizzando la documentazione archeologica disponibile, sebbene largamente incompleta e spesso priva dei necessari dati stratigrafici. La progettazione e l'implementazione di un GIS contribuiscono in tal modo alla rilettura dell'archivio cartografico; tuttavia, poiché il percorso sarà caratterizzato da scelte e soluzioni non sempre generalizzabili, la creazione di un set adeguato di metadati potrà aiutare il ricercatore nel rendere questo processo di migrazione trasparente e i dati riutilizzabili per nuove indagini.

BIBLIOGRAFIA

- Albright, F.P. (1982) *The American Archaeological Expedition in Dhofar, Oman, 1952–1953*. Washington, DC.
- Alperson-Afil, N. (2019) Digitising the Undigitized: Converting Traditional Archaeological Records into Computerized, Three-Dimensional Site Reconstruction, *Journal of Graphic Information System* 11, pp. 747-765.
- Beex, W. (1994) From Excavation Drawing to Archaeological Playground: CAD Applications for Excavations, in J. Wilcock, K. Lockyear (eds.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1993*, pp. 101-108. Oxford.
- Beale, G., P. Reilly (2017) Digital Practice as Meaning Making in Archaeology, *Internet Archaeology* 44 (<https://doi.org/10.11141/ia.44.13>; ultimo accesso 8.2.2023).
- Bibby, D., B. Ducke (2017) Free and Open-Source Software Development in Archaeology. Two Interrelated Case Studies: gvSIG CE and Survey2GIS, *Internet Archaeology* 43 (<https://doi.org/10.11141/ia.43.3>; ultimo accesso 8.2.2023).
- Caraher, W. (2019) Slow Archaeology, Punk Archaeology, and the 'Archaeology of Care', *European Journal of Archaeology* 22/3, pp. 372-385.
- Chapman H. (2001) Understanding and Using Archaeological Topographic Surveys – The 'Error Conspiracy', in Z. Stančić, T. Veljanovski (eds.), *Computing Archaeology for Understanding the Past, CAA 2000*, pp. 19-24. Oxford.
- Costa, P. (1982) The Study of the City of Zafār (al-Balīd). *The Journal of Oman Studies* 5, pp. 111-150.
- D'Andrea, A. (2021) Reconsidering the Topography of al-Balīd: A Preliminary Review of the Graphical Documentation, *Annali dell'Università di Napoli L'Orientale - Sezione Orientale* 81, pp. 39-50.
- D'Andrea A., R. Giunta, A. Pavan, R. Valentini, eds. (2021) *The Site of Zafār/al-Balīd (Sultanate of Oman). Archaeological Investigations between Past and Present* (Newsletter di Archeologia CISA 12). Napoli.

- Green, K., K. Niven, G. Field (2016) Migrating 2 and 3D Datasets: Preserving AutoCAD at the Archaeology Data Service, *ISPRS Int. J. Geo-Information* 5, 44 (<https://doi.org/10.3390/ijgi5040044>; ultimo accesso 8.2.2023).
- Kvamme, K. (1989) Geographic Information Systems in Regional Archaeological Research and Data Management, in M.B. Schiffer (ed.), *Archaeological Method and Theory*, Vol. 1, pp. 139-203. Tucson.
- Jansen, M. (2015) *The Archaeological Park of Al-Baleed, Sultanate of Oman. Site Atlas along with selected Technical Reports 1995-2001*. Muscat.
- Lewis, K.A. (2015) Al Baleed Excavation Field Report 2015. A Results of the Summer 2015 Campaign of the American Archaeological Mission to the Land of Frankincense, Oman. Salalah [Unpublished Report; Office of the Advisor to HM the Sultan for Cultural Affairs].
- Messika, N.R. (1996) Autocad for Archaeology: A New Era in Archaeology, *Archeologia e Calcolatori* 7, pp. 951-954.
- Newell, R.G., T.L. Sancha (1990) The Difference between CAD and GIS, *Computer-Aided Design* 22, pp. 131-135.
- Newton, L.S., J. Zarins (2010) Preliminary Results of the Dhofar Archaeological Survey, *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies* 40, pp. 247-266.
- Newton, L.S., J. Zarins (2014) A Possible Indian Quarter at al-Baleed in the fourteenth-Fifteenth Centuries AD, *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies* 44, pp. 257-276.
- Newton, L.S., J. Zarins (2017) *The Archaeological Heritage of Oman. Dhofar Through the Ages. An Ecological, Archaeological and Historical Landscape*. Muscat.
- Nicolucci, F., A. D'Andrea, M. Crescioli M. (2000) GIS-based Analysis of the Etruscan Cemetery of Pontecagnano Using Fuzzy Logic, in G. Lock (ed.), *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies*, pp. 157-179. Amsterdam. Berlin. Oxford. Tokyo. Washington DC.
- Pavan, A., S. Laurenza, R. Valentini (2019) Masonry and Building Techniques in a Medieval City Port of the Sultanate of Oman: Preliminary Typological Atlas at al-Balid, *Newsletter di Archeologia CISA* 10, pp. 321-344.
- Pavan, A. et al. (2020) New Research at the Port of al-Balid and its Castle (Husn): Interim Report (2016-2018), *The Journal of Oman Studies* 21, pp. 172-199.
- Al-Rawashdeh Balqies Sadoun, S., A. Al Fukara (2012) CAD File Conversion to GIS Layers: Issues and Solutions, *International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)*, pp. 1-6.
- Reilly P. (1991) Towards a Virtual Archaeology, *CAA90. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (BAR International Series 565), pp. 132-139. Oxford.
- Roosevelt, C.H. et al. (2015) Excavation is Destruction Digitization: Advances in Archaeological Practice, *Journal of Field Archaeology* 40/3, pp. 325-346.
- Zarins, J., L.S. Newton (2012) *Al-Baleed: Ancient Zafar, Sultanate of Oman. Report of Excavations, 2005-2011 and Salalah Survey*. Muscat. [Unpublished Report; Office of the Advisor to HM the Sultan for Cultural Affairs].



Arabic-Character Historical Document Processing: Why and How To?

Zied Mnasri
University of Napoli L'Orientale

Abstract

The aim of Arabic-character Historical Document Processing (HDP) is to design and develop techniques that will enable automatic transcription into text files, such as in .txt or .doc format, of historic manuscripts in Arabic characters, not only for Arabic, but also for other languages based on this character, such as Farsi, Urdu, Azari, ottoman Turkish, etc. The key idea is to go from the scanned image of the manuscript to the text file using artificial intelligence techniques to accomplish two main steps: First, processing the manuscript image to identify the characters and to remove other forms generally found in historic manuscripts, such as images and other types of ornaments; secondly, identifying the characters by pattern recognition. Such a work requires the availability of a rich dataset of Arabic-character manuscripts, in addition to effective methods for image processing, pattern recognition and, optionally, language modelling. In this paper, an overview of the Arabic-character HDP state of the art, datasets, challenges, methods and potential applications is presented, as a first step to set a general framework to undertake such a project.

Keywords: Arabic manuscript, Historical Document Processing (HDP), Optical Character Recognition (OCR), character segmentation and recognition

Citation: Mnasri, Z. (2022) Arabic-Character Historical Document Processing: Why and How to? *Archeologie tra Oriente e Occidente* 1, 47-59. <https://doi.org/10.6093/archeologie/9857>

Corresponding author: zmnasri@unior.it

The process of digitizing old written documents so that historians and other researchers can utilize them in the future is known as historical document processing (HDP). In order to automatically transform images of old manuscripts, letters, diaries, and early printed texts into a digital format usable in data mining and information retrieval systems, it incorporates algorithms and software tools from a variety of computer science subfields, including computer vision, document analysis and recognition, natural language processing, and machine learning. The necessity to transcribe the complete text from these collections has become urgent over the past twenty years as libraries, museums, and other cultural heritage organizations have scanned an increasing amount of their historical document archives.

The processing of a Historical Arabic Documents is a difficult task. The challenges can be grouped into three main categories: First, due to the nature of Arabic script, since the letters of Arabic-character text are connected together along a writing line, secondly, the multiplicity of fonts in old Arabic-character manuscripts, that depend on the historic period and the geographic area, and thirdly, due to the fact that an important part of the relevant Arabic-character documents dates from more than ten centuries.

In addition to the main output, i.e. a text file containing the transcription in digitized characters, applying HDP for Arabic-character manuscripts may yield additional outputs, mainly:

- The possibility of adding a speech synthesis component that allows the manuscript to be read aloud from the transcribed text using speech synthesis tools, thus providing a better way of utilizing manuscripts;
- Functions that enable the creation of manuscript indexes, keyword extraction, lexical recurrence search, etc.;

- Identify the language of the manuscript, e.g. Arabic, Farsi, Urdu, etc. or detect the existence of more than a language in the same manuscript.

Thus, throughout this paper, the main aspects of Arabic-character HDP are went through, to provide an overview of the whole topic. The rest of this article is organized as follows: in section 2, the state of the art is reviewed, then in section 3, the main challenges are presented. Datasets are described in section 4, whereas methods and techniques are detailed in section 5, and potential applications are proposed in section 6. Finally, a summary is presented in the conclusion along with some ending remarks.

State of the art

Thanks to the development of document processing techniques in the last two decades, such as document image analysis (DIA), optical character recognition (OCR) and handwritten text recognition (HTR), several software solutions have been proposed in the literature for HDP, mainly for Latin-character manuscripts, and also for Arabic-character ones.

A complete set of tools for preprocessing, machine learning training, and transcription are offered in two main software systems. One of them is DIVA-Services (Würsch 2017) and the other is the Transkribus platform (Kahle 2017) from the EU-sponsored READ project (READ Project s.d.).

A web-based service called DIVA-Services offers an API (application programable interface) of tools for each level of processing historical documents. Common document image analysis (DIA) and machine learning techniques are available, according to (Würsch 2017) using a web-based interface or an API. It eases the workload for specialists in cultural heritage and computer science. A group of HDP services for DIA, HTR, and OCR are included in DIVA-Services. It is more appropriate for projects requiring an eclectic approach to tools in a tailored software toolchain or for research use-cases. There are no fees associated with commercial software licensing because it is completely open source.

The Transkribus software (Kahle 2017) platform aims to offer a complete HDP toolchain to archival professionals, cultural heritage researchers, and computer scientists. Users upload document picture files and already created layout or transcription data using the desktop program client. The client gives users the option of manually or automatically segmenting document pictures for layout analysis. Additionally, authorized users of the service have access to fresh HTR and OCR datasets for machine learning model training. A distinct RNN-based tool from the University of Valencia's Pattern Recognition and Human Language Technology research group is used for HTR whereas the ABBY Fine Reader SDK is used for OCR. The program will assist crowd-sourcing transcribing projects through the anticipated deployment of a web-based interface to supplement the desktop client.

Some software is suggested in the literature to handle historical Arabic documents with the main goal of making use of the materials easier. The majority of this software is proprietary and not accessible to non-academic public. Due to the lack of tools, it is difficult to verify their effectiveness using latest handwritten Arabic datasets. In order to create ground truth, many researchers utilize the free annotation program WebGT (Khedher 2020).

WebGT is an interactive Web-based system (Biller 2013), that can be utilized to aggregate and annotate lower hierarchy items to build higher hierarchy elements. The two file formats that the system supports are XML and CSV. It accepts scanned documents as input and produces an XML file with annotation data for each word. In this tool, a framework to make it easier to interpret old Arabic writings with complicated layouts is proposed. It contains unwarping, categorization, and localization methods for text. For each assignment, authors include already known algorithms. The side-text is separated from the main text using the coarse-fine method of Asi (2014).

In Khader (2014), an interactive annotation tool is proposed. It takes as input a scanned document and outputs XML file that contains the annotation information for the respective words. The system enables the user to store the annotated text and the corresponding word locations in XML files. For the binarization task, authors integrate existing algorithms such as the Otsu (1979) algorithm.

Regarding image processing software, a tool is proposed in Boussellaa (2007). It includes preprocessing and analysis tasks. As preprocessing tasks, it integrates binarization, skew correction (Srihari 1989) and Background/Foreground separation. Concerning analysis tasks, it includes text/graphic segmentation (Boussellaa 2006) and text line segmentation (Zahour 2004). In both cases, authors mostly integrate existing approaches. The tool is not available for public use. For line detection, the approach proposed in Cohen (2015) is integrated into the tool. For text unwarping, a simple approach based on affine transformations is proposed. As searching tool, a search engine of ancient Arabic manuscripts based on meta-data and XML annotations is proposed (but not yet available).

A software for Optical Character Recognition (OCR) is proposed in Stahlberg (2016) and includes the kaldi-based recognizer approach (Povey 2011). The tool takes as input documents images and output XML files contains transcriptions and layout information.

Challenges

The main challenges facing Arabic-character HDP are related to two main obstacles: the Arabic script morphology and the state of historical documents in Arabic character (Khedher 2020).

Analyzing Arabic script is difficult for a number of reasons.

Challenges due to Arabic script:

- Arabic text is written with the letters connected along the writing line;
- Any document analysis system should take into consideration the presence of diacritic signs that eventually denote short vowels or other pronunciation modes in Arabic text. These marks can modify the meaning of a word and are found in Arabic text as dots, punctuation below or above letters, etc.;
- Depending on the position in the word, the form of the letter varies. The same letter might look radically different at the start and end of a word. This increased the alphabet's size from 29 to nearly 160 different form of letters when all variants are taken into account;
- Arabic words can be made up of one or more Arabic word parts (PAW). A linked component known as a PAW can be a diacritical mark, a single letter, a string of letters, or an entire word;
- Arabic letters can be ligatured either vertically or horizontally. As a result, segmentation is a challenging process.

Challenges due to historical documents:

- Degradations in chemical composition brought on by changes in temperature, humidity, light, and air pollution. The paper may get yellowed as a result of these chemical reactions, or inks and pigments may cause the paper to become discolored;
- Human degradations brought on by people, such as notes added to documents and scratches, etc., or even the existence of a prior script, totally or partially erased (palimpsest);
- Degradation induced by living beings, such as rats or insects;
- Deterioration brought on by the digitizing process, including changes to resolution, support, compression standards, etc;

All the aforementioned challenges make it difficult to set a standard way to process historic documents, in particular Arabic-character ones.

Datasets

Despite the extensive scale of the historical document processing task, datasets for training, testing, and evaluation remain scarce in comparison to those used in related fields such as modern handwriting recognition. For Western historical documents, research datasets exist for medieval Latin, medieval German and Spanish, a variety of early modern European languages, and eighteenth-century English.

However, for Arabic, only few historic Arabic document datasets exist in the literature. In the following, a summary of the most relevant ones, as reported by (Khedher 2020).

WAHD dataset. It is a dataset (Abdelhaleem 2017) that was made public in 2017 at the University of the Negev. with the purpose of testing writer categorization. It is made up of 353 individual manuscripts that were gathered from two sources: the National Library in Jerusalem (NLJ; 333 manuscripts) and the Islamic Heritage Project (IHP; 20 manuscripts).

VML-HD dataset. It is a dataset (Kassis 2017) for word finding and word recognition tasks that was released in 2017 at the University of the Negev. The dataset consists of five manuscripts, each of which was produced between the years 1088 and 1451 by a different scribe. The 680 pages of the dataset are completely annotated at the sub-word level. There are 121,636 sub-word occurrences in all, spread across 1,731 classes.

HADARA80P dataset. It was proposed in 2014 by Pantke (2014) at TU Braunschweig. It was retrieved from a historical book untitled “Taaun” that contains 80 pages in total. In addition to scanned images, XML files with the ground truth are made available. 16,720 annotated words are present in the dataset. Additionally, it offers a choice of 25 pre-defined keywords. Between 5 and 349 occurrences of the complete match keywords may be found in the dataset.

IBN-SINA dataset. It was proposed by Farrahi (2010) at ETS Montreal, based on historic documents given by the Institute of Islamic Studies (IIS). To extract 20,722 forms, the dataset was manually annotated at the sub-word level (connected components). The shapes may represent letters, words, or subwords. The dataset may have more than 1,000 basis linked components based on clustering methods (keywords). The dataset is useful for word recognition and word location applications.

BADAM dataset. 42 manuscripts from four digitized collections of the Arabic and Persian languages are included in the public BADAM dataset (Kießling 2019). 400 annotated pages from various disciplines and eras are included. Each manuscript had 10 pages selected from it, with the exception of four shorter manuscripts that only had 3-7 pages.

MHDID dataset. It stands for Historical Document Image Database with Multiple Distortions, and contains 335 historical document images with a size of 1024×1280 pixels (Shahkolaei 2018). It has a variety of distortions that are loosely divided into four categories: i) Paper translucency (88 photos), ii) Stain (113 images), iii) Readers comments (61 images), and iv) Worn holes (73 images).

Archive of the University of Napoli L'Orientale. It consists in a large collection of historic manuscripts in Arabic character, for several oriental languages, such as Arabic, Farsi, ottoman Turkish, etc. that has been digitized, including vocalized and unvocalized texts, which a specific and very relevant issue in Arabic-character recognition. We believe that such a material may be useful to start developing a standard dataset, and also to develop techniques for Arabic-character HDP. An example of this archive is shown in Fig. 1.



Fig. 1 - A scanned copy of a page from a Koran manuscript (Kor. 2:54-74). This picture illustrates some of the challenges in Arabic-character HDP: Arabic character is cursive; black dots are due to ink stains, red characters do not belong to the text, but indicate how to perform Koranic recitation, courtesy of SiBA-UniOr

Methods

The workflow of HDP involves several procedures or phases for digitizing the pages of a manuscript or an early printed book. After the document has been scanned, the page scans are generally preprocessed as follows: i) Binarization and thresholding for grayscale images, ii) analysis and segmentation of the layout, and iii) Text line normalization.

Then, utilizing machine learning software, optical character recognition (OCR) or handwritten text recognition (HTR) is performed, depending on the kind of document, as illustrated in the following figure (Fig. 2).

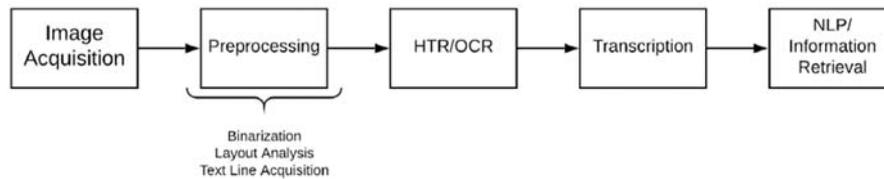


Fig. 2 - Conventional Historical Document Processing workflow (Philips 2020)

Prior to segmentation and character recognition, pre-processing is applied to try to normalize the documents, increasing the chance that the segmentation will be successful. The segmentation techniques employed determine the approach to be used; one popular pre-processing technique converts the image to black and white. Binarization (O’Gorman 1994) facilitates the separation of the document’s components and enhances the text’s definition and curvature (Fig. 3). To change the direction of text, techniques like skew angle correction (Al-Khatatneh 2015) are employed. The Hough Transform (Hough 1962) is one of the alternatives that uses parametric line representations to identify the lines in an image.

Principal Component Analysis (PCA) is used with binary images. The black pixels in an image are represented by a 2-dimensional vector. A projection profile that can be derived from this format may be used to represent a collection of 2-dimensional black pixel vectors. These vectors will point in the rotational axis of the picture. In light of this, the difference in skew angle is determined (Basavanna 2015; Fig. 4).

Filtering: Median filters and denoising filters are used to repair document degradation. Unwanted degradation occasionally happens as a result of improper image processing and scanning. This degradation or noise may have a damaging effect on segmentation algorithms. Simple filters like median and gaussian blur are widely used to denoise document image files. An image with a Gaussian blur may be created by simply convolution with a 2-dimensional vector whose pixel values sum to a Gaussian distribution. This process produces a smoothing effect and softens the borders and other aspects of a picture (Kumar 2013). Alternatively, median filters are used to replace each pixel in a picture with the median value of the pixels around it. This is done by creating a window through the image. The sliding window’s size can be changed according to how much “smoothing” is necessary to fix the image.

A scanned document image is divided into its smallest components by a technique called segmentation. Each component in a portion comes from the block before it. Prior to character



Fig. 3 – Unbinarized vs. binarized manuscript images (Jana 2017)

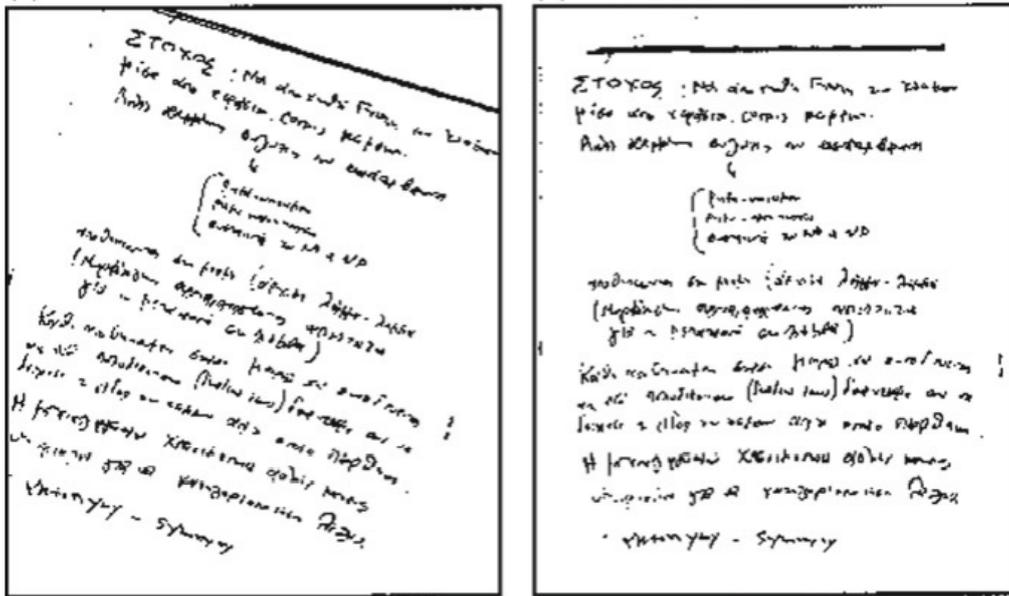


Fig. 4 - Incorrectly vs. correctly oriented text (Bugeja 2020)

recognition, a document image is first segmented into lines, words, and characters (document segmentation). This method is also utilized in the industrial document digitization process, which uses similar transcription techniques as well as additional document image analysis methods including keyword spotting. Techniques for document segmentation algorithms go beyond just partitioning text into lines, words, and characters. To separate and extract contexts like images, headlines, and articles, certain approaches are utilized.

Various elements that make up document images employ various methodologies. An overview of the methods utilized at each stage of the segmentation process is covered in this section. All stages of segmentation share a few of the same strategies.

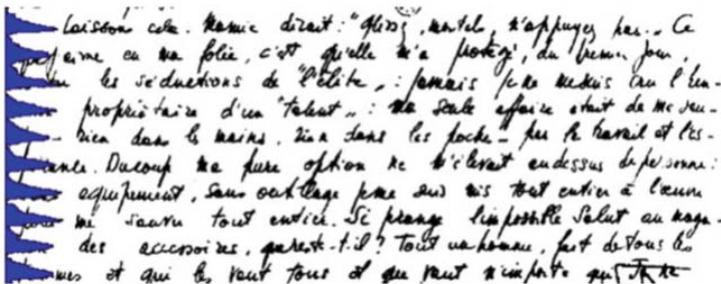


Fig. 5 - Projection profile segmentation (Bugeja 2020)

The projection profile technique is one of these strategies. These methods extract white space areas from a document picture using histograms. These techniques demand that the document pictures be appropriately oriented and translated to a binary form. The text lines are divided into segments by the white lines. Using projection profiles presents a challenge since lines cannot always be divided by a straight line in handwritten text (Ouwayed 2012). Additionally, text lines in handwritten text may overlap. Thus, it is impossible to compute a perfect straight line that can accurately divide text into its component words, lines, and characters. With varying degrees of effectiveness, the same procedure is also applied to character segmentation and word segmentation (Louloudis 2009; Fig. 5).

White space analysis approaches, in contrast to projection profile techniques, compute the space between lines and words in a document picture by generating a histogram that counts the number of

white pixels in a binarized image. The amount of minimal space between linked components is calculated using white space analysis. These linked elements are then arranged vertically to form words or horizontally to depict lines into chains. In order to calculate white lines and column dividers, the related components are grouped vertically as a result of this method (Chen 2013).

Smoothing techniques, such as Gaussian blur, can enhance line extraction by removing noise caused by erosion and dilation (Bockholt n.d.; Boiangiu 2013; Fig. 6). Most Hybrid

segmentation approaches employ filters. The Steerable Directional Local Profile Technique is an algorithm that was nonetheless created by the authors of Shi (2009). This method is based on their observations of how people extract lines manually. By seeing text line patterns, humans frequently extract lines from document images. To modify the size of a document picture, an adaptive local connectivity map (ALCM) feature is employed. Each pixel's horizontal directions are calculated using the intensities obtained by interconnecting its neighbors' pixels. A local adaptive thresholding approach is utilized to identify the text line patterns present in the collected ALCM with respect to their connected component.

Edge detection is a method used in computer vision to locate an object's or shape's edge within an image. These methods have also been effectively used to identify the edges of words, lines, and characters in handwritten text. Finding the boundary between these parts can be challenging, especially in manuscripts with overlapping lines, words, and recursive language.

Clustering techniques determine the distance between joined parts in both the horizontal and vertical planes. The method then makes the assumption that short distances on the vertical space between linked components are on the same line. The next or prior text line is supposed to be the distance between linked components on the horizontal line.

Supervised learning algorithms are frequently utilized to recognize related components that overlap and to segment them appropriately. Then, each component is combined into a graph component. A graph's nodes are connected by edges, and the weight of an edge depends on how far apart the edges are from one another. The lines are then removed from the graph by looking for the line that is stated as being the straightest (Liu 2014). Top-down methods called "function analysis" aim to estimate the objective value of a function (a segmented line or word). Functions including probabilistic layout



Fig. 6 - Application of erosion and dilation techniques (a, b, c, d, e) followed by Gaussian blur (f) to extract lines (Bugeja 2020)

estimation, contours, and energy mapping are computed. Instead of border regions, these algorithms often operate on boundary edges.

Once segmentation is achieved, character recognition can be performed based on AI classification methods. These models rely on a collection of appropriately segmented character images as their input. However, the images are reduced to a set of characteristic features.

The feature set used to train the model is crucial to establishing the overall classification accuracy in machine learning. The model's accuracy increases with the quantity of features, the size of the dataset, and the quality of the features. Additionally, the model becomes more generic the more diverse and expansive the dataset is.

Feature selection and normalization is a necessary step to select standard feature sets utilized in handwriting recognition, e.g. diagonal features, contour features, and geometrical features. By splitting the image into bins and counting the number of diagonals at each bin, diagonal characteristics are recovered from the image. Utilizing counter detection methods like Freeman Chain Codes, counter characteristics are retrieved (FCC). These algorithms take a character image's edge direction into account. The amount of characteristics retrieved is then normalized using a normalizing technique.

Latent feature extraction can be more useful in some cases than standard feature usage. Such features can be obtained from a binary image using K-means clustering. K-means clustering has the benefit of allowing for greater robustness in poor light. Additionally, because the feature set's dimensions are relatively small, there is little computational overhead. K-means clustering is used for each binary image in the data set.

Despite the distinctions between ancient manuscripts and printed works, text extraction problems may be solved in a similar way using optical character recognition (OCR) and handwriting recognition. After preprocessing and segmentation, text recognition either extracts keywords from a line of text or converts it into a verbatim transcription.

The main goal is to correctly convert the words in the document image into digital text, whether the content was written or printed. Optical character recognition bases its categorization on the predicted regularity of the space between letters and words. The essential unit of recognition is the character. Optical character recognition classifiers can identify and create a transcription using the individual character glyphs because words and their constituent characters can be segmented regularly and precisely. However, because of the peculiarities of human handwriting, handwriting recognition cannot rely on consistent letter and word spacing.

Sayre's paradox states that while segmentation is necessary for individual letter identification, previous recognition is also necessary for segmentation (Fischer 2011). Therefore, handwriting identification relies on a recognition process that is segmentation free at the character level (in contrast to optical character recognition).

If the document language is known in advance, systems will frequently use a statistical language model to increase the accuracy of both optical character recognition and handwritten text recognition (Frinken 2013). A language model ensures that the words the software recognizes match the language's syntax and even its known vocabulary. Both conventional machine learning methods and deep learning methods based on neural networks may be used for handwriting recognition and optical character recognition.

Historical document processing involves approaches for confirming the accuracy and effectiveness of the algorithms and software tools utilized, much like any data-driven digital investigation. Because historical interpretation depends on the quality of authenticity, data integrity is crucial in this subject. The majority of research and tools use either traditional machine learning

approaches or neural network-based techniques for handwriting recognition and optical character recognition. This implies that in order for the character or word classifier to map the text in the document image to its transcription during the training phase, it needs annotated transcription data, often known as “ground truth” (Philips 2020).

The majority of the technologies now in use employ supervised machine learning, which depends on annotated data for training and assessment. The Ocular OCR engine from the Natural Language Processing Lab at the University of California, Berkeley is an exception (Berg-Kirkpatrick 2013). This computer program makes use of an unsupervised classifier. Nevertheless, the annotated data is still required for the testing stage in order to evaluate the tool's performance and correctness on omitted data. Some research works divide the dataset into training, testing, and development subsets according to the traditional tripartite partitioning method. Some people use cross-fold validation methods. Some datasets, including the IMPACT and Diva-HisDB databases, also offer ground truth for layout analysis. A feature in OCRopus allows users to enter a ground truth transcription for text lines that have been retrieved from an HTML page.

A historical document processing system's performance is evaluated using a variety of metrics. Precision and recall are two crucial performance metrics for image-based handwritten text recognition systems. How many of the dataset's relevant results were really retrieved depends on precision. Character error rate, word error rate, or occasionally both are used by machine learning systems to assess the success of transcription when a language model is used to improve recognition outcomes. Line error rate and segmentation error rate are used to evaluate the effectiveness of layout analysis (Bosch 2014).

Potential applications

A software tool for Arabic-character HDP may go beyond manuscript transcription, to reach a wide variety of interesting patterns, categorization, and analytical issues that may be found while processing historical Arabic documents. Once the character recognition procedure is completed successfully, there are several ways to enhance its use by research, industrial and cultural communities, since it may be the basis to achieve other tasks, as reported by (Khedher 2020):

A historical document can't be utilized directly since its quality is frequently reduced. To separate the document's core content from the remainder, layout analysis and line segmentation are necessary. This technique, which we refer to as Document Analysis, is a pre-processing phase that comes before writer categorization or data retrieval.

A historical document frequently omits several pages that contain crucial data, such the document's metadata (year, writer, title, etc.). When the author is unidentified, we might try to find out more about him. To start, Writer Identification (WI) may be used to compare the work to other library documents with the same author. Second, one can get documents images created by the same writer - even an unknown one - from the database (Writer Retrieval (WR)). These two processes are referred to as Writer Classification.

It is sometimes challenging to identify each figure individually in the context of historical sources. However, by taking into account a higher degree of granularity - a sub-word, a word, or even the entire text, it is feasible to draw certain conclusions about the document, in order to achieve i) word recognition, ii) text alignment, i.e. the comparison of the transcript to other sources, and iii) data retrieval, such as searching a key word.

Scholars are able to identify language for historic documents. However, in certain cases, Arabic-character manuscripts may contain passages or side comments with another language, e.g. Arabic in a

Farsi documents. Therefore, a process of language identification may be performed on the recognized texts to detect any part written in a different language.

Once the historic document is converted into plain text, it becomes easy to convert it into sound using TTS techniques (Text-To-Speech) or to translate it to a modern language. Such applications would be very useful in museums or online galleries to make historic documents more comprehensible by the public, thus to increase its cultural impact.

Conclusion

In this paper, an overview of Arabic-character HDP has been presented. The main goal is to introduce this topic from different sides, including datasets, challenges, methods, and potential applications. It may particularly be interesting to investigate such aspects when a project aiming to achieve this task is to be launched. Through this literature review, the following remarks can be drawn: a) Datasets of scanned historical Arabic-character manuscripts are not numerous, however they offer a rich and a varied collection of input data; b) Challenges are mainly related to the inherent difficulty to segment the Arabic-character manuscript text, and also to the quality of the manuscripts; c) Methods are mainly related to image processing and pattern recognition techniques. However, at this end, machine learning is a good and a reliable tool; d) Potential applications are numerous, and span a wide range from document analysis, writer recognition to automatic translation and speech synthesis. Finally, we think that addressing the issues and challenges mentioned may help improving Arabic-character HDP technology, contributing in the dissemination of its cultural heritage.

REFERENCES

- Abdelhaleem, A., A. Droby, A. Asi, M. Kassis, R. Al Asam, J. El-sanaa (2017) Wahd: a database for writer identification of arabic historical documents, *1st International workshop on arabic script analysis and recognition (ASAR)*, pp 64-67, IEEE.
- Al-Khatatneh, A., S. A. Pitchay, M. Al-qudah, (2015) A review of skew detection techniques for document, *17th UKSim-AMSS International Conference on Modelling and Simulation*, pp 316-321, IEEE. (“A Review of Skew Detection Techniques for Document”).
- Asi, A., R. Cohen, K. Kedem, J. El-Sana, I. Dinstein, (2014) A coarse-to-fine approach for layout analysis of ancient manuscripts, *14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, pp 140-145, IEEE.
- Basavanna, M., S. S. Gornale (2015) Skew detection and skew correction in scanned document image using principal component analysis, *Int. J. Sci. Eng. Res*, 6(1), pp 1414-1417.
- Berg-Kirkpatrick, T., G. Durrett, D. Klein (2013) Unsupervised transcription of historical documents, *Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistic.*, pp 207-217.
- Biller, O., A. Asi, K. Kedem, J. El-Sana, I. Dinstein(2013) Webgt: An interactive web-based system for historical document ground truth generation, *12th International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp 305-308. (“Ontology-based semantic search development on Lanna King History using ...”).
- Bockholt, T. C., G. D. Cavalcanti, C. A. Mello(n.d) Document image retrieval with morphology-based segmentation and features combination, *Document Recognition and Retrieval XVIII 7874*, pp 356-367.
- Boiangiu, C. A., M. C. Tanase, R. Ioanitescu (2013) Text line segmentation in handwritten documents based on dynamic weights, *Journal of Information Systems & Operations Management (JISOM)* vol.7. n.2, pp 247-254.
- Bosch, V., A. H. Toselli, E. Vidal (2014) Semiautomatic text baseline detection in large historical handwritten documents, *14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, pp 690-695, IEEE.

- Boussellaa, W., A. Zahour, B. Taconet, A. Alimi, A. Benabdelhafid PRAAD (2007) Preprocessing and analysis tool for Arabic ancient documents, *Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*.
- Boussellaa, W., A. Zahour, B. Taconet, A. Benabdelhafid, A. Alimi (2006) Segmentation texte/graphique: Application au manuscrits Arabes Anciens, *Actes du 9ème Colloque International Francophone sur l'Ecrit et le Document*, pp 139-144.
- Bugeja, M., A. Dingli, Seychell (2020) *An Overview of Handwritten Character Recognition Systems for Historical Documents*.
- Chen, K., F. Yin, C. L. Liu (2013) Hybrid page segmentation with efficient whitespace rectangles extraction and grouping, *12th International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp 958-962, IEEE.
- Cohen, R., I. Rabaev, J. El-Sana, K. Kedem, I. Dinstein (2015) Aligning transcript of historical documents using energy minimization, *13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, pp 266-270, IEEE.
- Farrahi M., M. Cheriet, M. M. Adankon, K. Filonenko, R. Wisnovsky (2010) IBN SINA: a database for research on processing and understanding of Arabic manuscripts images, *Proceedings of the 9th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems*, pp 11-18.
- Fischer, A., E. Indermuhle, V. Frinken, H. Bunke (2011) HMM-based alignment of inaccurate transcriptions for historical documents, *International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, pp 53-57, IEEE.
- Frinken, V., A. Fischer, C. D. Martínez-Hinarejos (2013) Handwriting recognition in historical documents using very large vocabularies, *Proceedings of the 2nd International Workshop on Historical Document Imaging and Processing*, pp 67-72.
- Hough, P. V. (1962) The Hough transform, *U.S. Patent No. 3,069,654*. Washington, DC.
- Jana, P., S. Ghosh, S. K. Bera, R. Sarkar (2017) Handwritten document image binarization: An adaptive K-means based approach, *IEEE Calcutta Conference (CALCON)*, pp 226-230, IEEE.
- Kahle, P., S. Colutto, G. Hackl, G. Mühlberger (2017) Transkribus-a service platform for transcription, recognition and retrieval of historical documents, *14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, IEEE. (“Improving Handwriting Recognition for Historical Documents Using ...”).
- Kassis, M., A. Abdalhaleem, A. Droby, R. Alaasam, J. El-Sana, (2017) Vml-hd: The historical arabic documents dataset for recognition systems, *1st International Workshop on Arabic Script Analysis and Recognition (ASAR)*, pp 11-14, IEEE.
- Khader, H., A. Al-Marridi, H. Alpona, S. Kunhot, A. Hassaine, S. Al-Maadeed (2014) An interactive annotation tool for indexing historical manuscripts, *World Symposium on Computer Applications & Research (WSCAR)*, pp 1-4, IEEE.
- Khedher, M. I., H. Jmila, M. A. El-Yacoubi (2020) Automatic processing of Historical Arabic Documents: a comprehensive survey, *Pattern Recognition* vol.100, pp 107-144.
- Kiessling, B., D. S. B. Ezra & M. T. Miller (2019) BADAM: a public dataset for baseline detection in Arabic-script manuscripts, *Proceedings of the 5th International Workshop on Historical Document Imaging and Processing*, pp 13-18.
- Kumar, B. K. (2013) Image denoising based on non-local means filter and its method noise thresholding, *Signal, image and video processing* vol.7, n. 6, pp 1211-1227.
- Liu, L., Y. Lu, C. Y. Suen (2014) Near-duplicate document image matching: A graphical perspective, *Pattern recognition* vol.47, n. 4, pp 1653-1663.
- Louloudis G., B. Gato, I. Pratikaki, C. Halatsi (2009) Text line and word segmentation of handwritten documents, *Pattern Recognition* vol.42, n.12, pp 3169–3183.

- O’Gorman, L. (1994) Binarization and multithresholding of document images using connectivity, *Graphical models and image processing*, vol 56, n.6, pp 494-506.
- Otsu, N. (1979) A threshold selection method from gray-level histograms, *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics* vol.9, n.1, pp 62-66.
- Ouwayed, N., A. Belaïd (2012) A general approach for multi-oriented text line extraction of handwritten documents, *International Journal on Document Analysis and Recognition (IJ DAR)*, vol.15, n.4, pp 297-314.
- Pantke, W., M. Dennhardt, D. Fecker, V. Märgner, T. Fingscheidt (2014) An historical handwritten Arabic dataset for segmentation-free word spotting-HADARA80P, *14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*.
- Philips, J., N. Tabrizi (2020) Historical Document Processing: A Survey of Techniques, Tools, and Trends, *KDIR* pp 341-349.
- Povey, D., A. Ghoshal, G. Boulianne, L. Burget, O. Glembek, N. Goel, K. Vesely (2011), The Kaldi speech recognition toolkit, *IEEE workshop on automatic speech recognition and understanding*, 2011, IEEE Signal Processing Society. (“Sichuan dialect speech recognition with deep LSTM network”).
- READ Project. <<https://readcoop.eu/transkribus/>>.
- Shahkolaei, A., A. Beghdadi, S. Al-Máadeed, M. Cheriet (2018) Mhdid: a multi-distortion historical document image database, *2nd International Workshop on Arabic and Derived Script Analysis and Recognition (ASAR)*, pp 156-160, IEEE.
- Shi, Z., S. Setlur, V. Govindaraju (2009) A steerable directional local profile technique for extraction of handwritten arabic text lines, *10th International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp 176-180, IEEE.
- SiBA-Unior, Sistema Bibliotecario di Ateneo, University of Naples L’Orientale, n.d.
- Srihari, S. N., V. Govindaraju (1989) Analysis of textual images using the Hough transform, *Machine vision and Applications* vol.2, n.3, pp 141-153.
- Stahlberg, F. & S. Vogel (2016) QATIP-An Optical Character Recognition System for Arabic Heritage Collections in Libraries, *12th IAPR Workshop on Document Analysis Systems (DAS)*, pp 168-173, IEEE.
- Würsch, M., R. Ingold, M. Liwicki (2017) DIVAServices - A RESTful web service for Document Image Analysis methods, *Digital Scholarship in the Humanities* vol.32, n.1, pp 150-156.
- Zahour, A., B. Taconet & S. Ramdane (2004) Contribution à la segmentation de textes manuscrits anciens, *Conférence Internationale Francophone sur l’Ecrit et le Document (CIFED)*.

Scoperte

First Archaeological Activities by the University of Naples L'Orientale in Dhofar, Sultanate of Oman

Roberta Giunta, Alexia Pavan
Italian Archaeological Mission at Al Baleed (Oman)

Keywords: Arabia Peninsula, Oman antiquities, Dhofar, Al Baleed, mosque, islamic cemeteries, mihrab, qibli

Citation: Giunta, R., Pavan, A. (2022) First Archaeological Activities by the University of Naples L'Orientale in Dhofar, Sultanate of Oman.

Archeologie tra Oriente e Occidente 1, 1-10. <https://doi.org/10.6093/archeologie/9712>

Corresponding author: rgiunta@unior.it

A new archaeological mission was set up in Al Baleed, in the region of Dhofar (Sultanate of Oman), as a result of preliminary agreements established in 2020 between Roberta Giunta of the University of Naples L'Orientale (UniOr), and Ali Al Mahrooqi, Director of Surveys and Archaeological Excavations of the Ministry of Heritage and Tourism of the Sultanate of Oman (MoHT). An official five-year agreement was signed on 26 July 2022.¹

The first two campaigns - co-directed by R. Giunta and A. D'Andrea, in close collaboration with A. Pavan² - took place in December 2021-January 2022, and July 2022.

On-field activities were preceded by:

- An in-depth study of the results of surveys and excavations conducted by different missions between 1952 to 2020 (Fig. 1),³ specially the missions directed by F.P. Albright (The American Foundation for the Study of Man-AFSM, 1952-1964), P.M. Costa (Ministry of National Heritage and Culture, 1977-1981), M. Jansen (German expedition of RWTH-Aachen, 1996-2003), M. Ibrahim and A. Al Tigani (Sultan Qaboos University, 1996-1997), J. Zarins and L.S. Newton (Office of the Adviser to H.M. the Sultan for Cultural Affairs, 2005-2011), and A. Pavan (Office of the Adviser to H.M. the Sultan for Cultural Affairs/Ministry of Heritage and Tourism, 2016-2020);⁴
- Analysis of the preliminary data from a brief site visit in December 2019 (Pavan, Laurenza, Valentini 2019);

¹ The Mission was made possible thanks to funding from the Italian Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation (MAECI), UniOr and the International Association for Mediterranean and Oriental Studies of Rome (ISMEO), and thanks to the logistic support and assistance in Oman of Ali Al Kathiri, Director of the Land of Frankincense Sites Department, Said Al Amri, Supervisor of Al Baleed archaeological site and Ali Al Mahri, Head of Surveying and Excavation Section – Heritage Department.

² A. Pavan was Director of the archaeological excavations at the citadel of Al Baleed from 2016 and 2020, as a consultant for the Office of the Adviser to HM the Sultan for Cultural Affairs, then Ministry of Heritage and Tourism of the Sultanate of Oman. Pavan's project was the first on the site to be conceived as multidisciplinary from the outset, and it included the involvement of different specialists. Their contributions proved fundamental to reconstruct the history of the site's citadel.

³ The results of these preliminary studies were presented at a round table held at UniOr in Naples on 18 June 2021 and published in 2022 (D'Andrea *et al.* 2022). A presentation of the Proceedings, entitled *Recent Activities and Studies on Al Baleed Archaeological Site by the Italian Mission of the University of Naples L'Orientale*, was held at the Museum of the Frankincense Land, Salalah, on 18 July 2022 by R. Giunta, A. Pavan and A. Antonelli.

⁴ For a summary of all the activities carried out at Al Baleed archaeological site and related bibliographic references, see D'Andrea, Giunta, Pavan 2022; for a review and reconsideration of the survey activities at the site, see D'Andrea 2021.

- Study, inventory, classification and cataloguing of the Museum Collection artefacts discovered during the excavations at the site since Jansen's campaigns.⁵

During the first campaign, it was decided to open some tests on a mound located immediately west of the central north-south road axis of the old walled town, southwest of the area named as "B" by Costa (1979, pl. 48a).

The outcrops of the building appeared noteworthy because the location of the mound and its orientation towards Mecca suggest that the building was a mosque. In this area, Costa discovered two monolithic stone columns over 3 meters high, bearing interesting decorative motifs with vegetal decorations, carved on light bas-relief, on the base and on the capital (*ibid.*, pls. 48b, 49a).



Fig. 1 - The archaeological site of Al Baleed; the investigated areas of the 1952-2020 missions; points in orange indicate the mapping of mounds with handheld gps (Elaboration by R. Valentini, 2021)

The first excavation trench, about 1.50m wide, was opened from the south-east corner to the south-west corner and up to the height of the ledge. It exposed the east-west oriented wall of the building, the outcrops of which had been identified. This wall, 14.50m long and with a maximum preserved height of 1.68m, defined the southern perimeter. It presented two buttresses 2.50m apart (respectively: width 67.5cm, depth 55cm; width 68cm, depth 50.5cm). Two openings, each 1.10m wide, were found but already walled-up in antiquity.

The second trench, 1.40m wide, was dug to identify the western wall of the building where the *mihrāb* niche must have been located if the building was a mosque. In the middle of the wall, about 7m from the south-west corner, excavations led to the discovery of the semi-elliptical niche



Fig. 2 - The *mihrāb* of the mosque (Photo by R. Giunta, 2022)

⁵ These activities are still in progress and should result in the implementation of a web database.

(width 80cm, depth 65cm, max. preserved height 60cm), in a good state of preservation, originally flanked by two columns (Fig. 2). The square housings (20×20cm) and some fragments of the stone bases of the two columns were also found.

The complete western wall of the building was brought to light through digging a third trench, a northward extension of Trench 2. Because the lengths of the western and southern walls were equal, it was concluded that the mosque was squared in plan, measuring 14.5×14.1m and built on a terrace. It followed an architectural feature occurring in the whole Dhofar till recent times (Costa, Kite 1985, 147).

A floor was found in the area in front of the *mihrāb* consisting of a thick layer of white plaster, well levelled and perfectly preserved from the niche and up to the southwest corner. North of the niche, the floor was instead covered by a second floor, grayish in colour, made by plaster but more compact and less chalky, to be interpreted as the result of a subsequent rearrangement of the pavement.

As far as stratigraphy is concerned, a thick layer of collapse (about 60cm) was found, made of sand mixed with blocks and other construction material. A not very compact sandy layer, about 20cm thick, was found below this level. It is probably related to Aeolian action. The investigations have returned a small number of findings, mostly fragments of plaster - some of them of relevant thickness - and a very few pottery sherds.

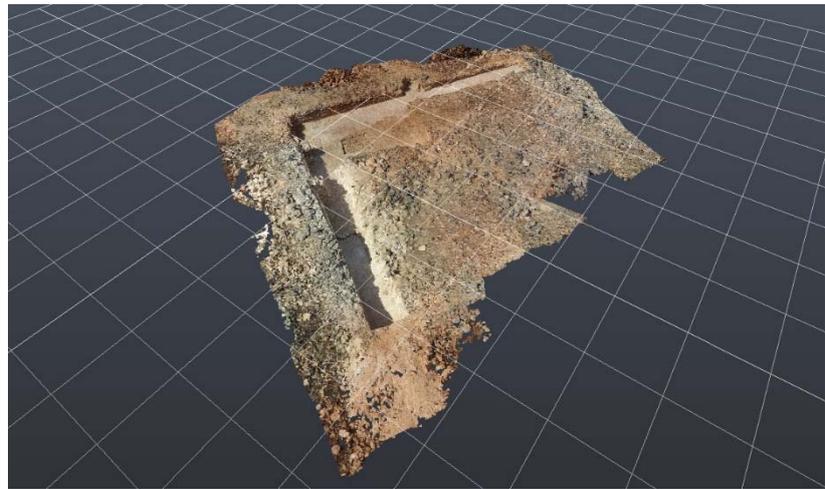


Fig. 3 - Isometric view of the mosque (Elaboration by R. Valentini, 2022)

A photographic documentation campaign of this mosque and a photogrammetric proximity survey were also conducted. The orthophotoplane and the 3D digital model, scaled on two points measured on the ground and verified with other control points, constituted the entire graphic documentation of the building (Fig. 3).

During the campaign of July 2022, the following activities were carried out:

- Survey in the ancient cemeteries of the so-called funerary mosque at Al Baleed archaeological site and at Al Rabat site;
- Visit of some sites located on the oriental side of the Dhofari coast and to the site of Raysut.

Cemeteries

The mosque located near the central area of the site of Al Baleed and surrounded by a large cemetery (hence the name “funerary mosque”) was the subject of the investigations conducted by Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman, in 1996 and 1997 (Ibrahim, Al Tigani 1997). The state of preservation of the cemetery area, surrounding the mosque on three sides, is currently fair. Almost all of the graves located within the enclosure are devoid of epigraphic stelae, as evidenced by a cursory topographical survey carried out in the north-east sector of the area. Based on the morphological aspect, on the content of the inscriptions and on the style of Arabic script (coarse cursive), the few surviving funerary stelae occurring in this area, which are mainly concentrated in the north-west corner outside

the enclosure, betray a date to a period not earlier than the 17th century.⁶ A preliminary topographic survey was conducted north of the mosque, inside the enclosure, and it included also the documentation of the epigraphic funerary stelae, still *in situ*, located in a small funerary space placed outside the enclosure, in the north-west corner of the mosque.

The visit to the cemetery of Al Rabat was made possible thanks to a special permit obtained from the Ministry, as the area is located within a property of the Diwan of Royal Court of the Sultanate. The cemetery area is very large and developed around a small mosque whose state of preservation is still identical to that documented by Costa in the late 1970s (1979, fig. 4, pls. 47a,b). It is a small mosque with a rectangular prayer hall divided into two naves by a row of three pillars that runs parallel to the *qiblī* wall, and it was originally covered by a flat roof (Fig. 4).



Fig. 4 - The mosque of Al Rabat; external view of the *qiblī* wall (Photo by A. Pavan, 2022)

The *mīhrāb* niche is semi-elliptical and protrudes outside the *qiblī* wall. There are still visible traces of the plaster that covered the central part of the *qiblī* wall and the inside of the upper part of the *mīhrāb* (Fig. 5). About one hundred graves have been documented during the brief survey carried out in the cemetery area of Al Rabat, almost all located still in their original position and provided with epigraphic stelae. The stelae are rectangular in shape, vary in size and are distinguished mainly by their upper part. At the current state of research, it is possible to state with a good margin of certainty that this cemetery still preserves an interesting number of burials and graves with stelae dating from the 13th century onward, constituting one of the few archaeological records to date of Rasulid rule in Dhofar.

⁶ So far, the only epigraphic survey carried out in the Salalah area and the related study concerning tombs and epitaphs was conducted by Oman (1983, 1989), former professor at the University L'Orientale in Naples, in the late 1970s. His investigations focused in the cemetery area west of the site, in five suburbs of the city of Salalah and in the shrine of Bin Ali al-Alawi in Mirbat.

In Mirbat, about 100km east from Salalah, the mausoleum of Bin Ali al-Alawi and the associated cemetery was the subject of a short preliminary visit. It is a shrine with two domes,⁷ in an excellent state of preservation, dedicated to a shaykh from Hadramawt, died in 556/1160. The monumental tomb bears two stelae, one in wood on the north side, one in stone on the south side. The first decipherment of the epitaph, albeit partial, was proposed by Oman (1983, 287).

Survey

Thanks to the support of the Ministry of Heritage and Tourism, a number of sites located along the oriental coast of Dhofar have been visited with Ali Al Mahri, Head of Surveying and Excavation Section. The purpose of these brief surveys was to gain knowledge of the main ports situated east of Al Baleed and certainly in connection with it, as well as to verify their state of preservation by establishing comparisons with documentation acquired in the past years mainly by Cleuziou and Tosi (1999), and Newton and Zarins (2017, 48-49).⁸ During the survey, a photographic campaign of the ruins of the buildings and of the oldest burials was conducted; surface material, especially pottery, was collected, allowing for a preliminary chronological frame of the settlements. The sites of Hasik, both Hasik Qadim and Hasik Siq/Suq al Hasik, Sadah and Mahalla, located along the coast east of Salalah, were visited.



Fig. 5 - Al Ribat mosque: the *mihrāb* (Photo by A. Antonelli, 2022)

Hasik Qadim (Coordinates: 17° 23' 53.1"N - 55° 17' 22.5"E)

The site is located along the coast, about 200km north-east from Salalah, on a terrace about 5m high, located on the northern bank of a small wadi, whose estuary is today silted-up. Three main archaeological evidences were surveyed at the site from south to north (Fig. 6): the village (17° 23' 53.1"N / 55° 17' 42.5"E), a large shell midden (17° 23' 57.2"N / 55° 17' 44.8"E) and a cemetery (17° 23' 59.4"N / 55° 17' 44.7"E).

⁷ Costa and Kite (1985, 131-158) provide a brief description of the shrine and emphasise the importance of the building whose dome type is not uncommon in Southern Arabia. "The building doubles up the basic cell plan to create an oblong double domed unit with delightful 'pixie-hat' domes" (*ibid.*, 152).

⁸ An archaeological survey of Dhofar was conducted by Zarins and Newton, below the egis of the former Office of the Adviser to HM the Sultan for Cultural Affairs, between May 2008 and June 2009. The reconnaissance results fed into a database that was consulted by the authors in Salalah and into an Atlas (Zarins, Newton 2013).

The village covers an area extending between 3 and 5 hectares (see Cleuziou, Tosi 1999) with stone houses consisting of several rooms, some single-cell buildings to be interpreted as warehouses, and a mosque. A defined urban layout seems to be lacking. The elevations of the masonry compartments reach, and in some cases exceed, 2m. The construction technique is based on sack masonry which employs as building material irregularly hewn blocks, arranged in not-regular horizontal rows, with stone flakes



Fig. 6 - Hasik Qadim, satellite image (after Google Earth®) with location of the three main archaeological evidence

and small stones inserted between edges. The material is a local dark-granite, whose colour ranges from brown/anthracite to grey/black, with rare inserts of yellowish stone building blocks, which is, interestingly, the construction material employed for the mosque. The mosque is a square building (5×5m) with a single entrance located in the southern wall and preceded by steps. The construction technique consists of yellowish-coloured building stones arranged in rows of large blocks alternating with rows of small stones. It is worth mentioning that this is the only building constructed with this technique on the whole site. The *mihrāb* is carved into the west wall (Fig. 7).

A cemetery area is located on the north and western sides of the mosque. The graves are made of three to four courses of rectangular blocks and covered with small rubbles. A large cemetery, located about 200m north of the settlement with about 200 tombs, has been surveyed as well. Most of the tombs are composed of small enclosures and they are provided of vertical anepigraphic stelae. It is however worth mentioning that some of the graves are grouped on clusters bounded by a stone fence and some of them are featured by a niche supposed to



Fig. 7 - Hasik Qadim, the *mihrāb* of the mosque (Photo by A. Antonelli, 2022)

contain a light, a very rare feature in the area. Iron tools, fragments of glass bangles, pottery sherds of Bahla ware, Blue and White porcelain, Stoneware, Green glazed ware, Grey Turkish ware, Coarse Red ware were collected during the survey, allowing to the date the ruins to the 17th century or later, confirming the date put forward by Cleuziou, Tosi (1999, 13) during their visit at the site.

Hasik Siq / Suq al Hasik (Coordinates: 17° 23' 53.1"N - 55° 17' 44.7"E)

The site is located about 10km south of Hasik Qadim, directly on a beach facing the sea and sided by the lagoon made by wadi Attabarran. According to Cleuziou and Tosi (1999, 14) the site has the appearance of a proper archaeological mound, not easy to recognize today (Fig. 8). The archaeologists identified two construction phases: the older one consists of well-built dwellings made of four rooms, the more recent of less dense rectangular or circular structures. A number of boat-shaped tombs, littered by fragments of sea shells, and a possible well have been documented at the site, beside some circular structures related to the storage and processing of fish noticed by Cleuziou, Tosi (1999, 14). Pottery sherds of Coarse Red ware, Local ware, Sgraffiato, Yellow or Turquoise glaze, Green glaze, Stoneware have been found (Figs. 9, 10). The very preliminary study of the materials allows proposing a chronological frame from 13th to 16th century, slightly later compared to the date put forward during the previous surveys.⁹ The cemetery located on a terrace south of the beach, was not documented during our survey.



Fig. 8 - Hasik Siq, satellite image (after Google Earth®)



Fig. 9 - Hasik Siq, fragments of bowls in Sgraffiato ware, 13th century (Photo by A. Pavan, 2022)



Fig. 10 - Hasik Siq, fragments of vessels in Stoneware, 14th-15th century (Photo by A. Pavan, 2022)

Sadah (Coordinates: 17° 02' 56.1"N - 55° 04' 32.7"E)

Sadah is a small sheltered harbour with good anchorage that today,¹⁰ as in the past, has benefited from fishing-related resources. Unfortunately, nothing of the ancient site survives (Fig. 11), but traces

⁹ 10th-13th century according to Cleuziou, Tosi; Abbasid period according to Newton, Zarins 2017, 48.

¹⁰ The port is today renowned for the abalone trade.

of the use of an old quarry are still evident in the area of harbour. A number of ancient structures, which were photographed in 2004 by one of the authors, have been completely destroyed and any trace is today visible. Albright (1982, 81) in the 1950s, was the first to conduct an exploration, albeit limited, of the site. He reported an ancient village built from the “water’s edge along both sides of the wadi”. A cemetery would have been located along the north-eastern side of the wadi, opposite the modern town. Already in Albright’s time it is reported that all the ancient stones have been re-used for the construction of the modern buildings, a practise which is supposed to be continued until very recent times. During the survey conducted by Zarins in 2008, the ancient site was found to be located near and below the “Boys’ School” of the modern town, where the presence of a shell midden between 1 and 1.5m high is also recorded. During the excavation conducted by Albright (1m deposit), the presence of “Hymiarite and al-Balid period sherds” was recorded, which could therefore allude to a pre-Islamic occupation, followed by an Islamic one. Prospecting conducted by Zarins in 2008 led to the identification of two occupation periods. There is also a date of 714, obtained through C14 analysis (Newton, Zarins 2017, 47).



Fig. 11 - Sadah, satellite image (after Google Earth®)

Mahalla (Coordinates: 17° 05' 00.3"N - 55° 06' 37.9"E - Mahalla 1; 17° 05' 02.8"N - 55° 06' 46.0"E - Mahalla 2)

Mahalla is the largest site among the ones surveyed and it is composed by three settlements: Mahalla 1, which occupies the eastern part of the site, far from the two other locations; Mahalla 2 which stands on the west, and Mahalla midden which is located on the eastern side of the settlement (Fig. 12). A wadi, forming a small and protected lagoon, divides the site in two parts. The largest number of ruins is concentrated at Mahalla 2 where the masonry structures reach a height of about 2m. The building material is the local dark granite worked in dressed and un-hewn masonry blocks.



Fig. 12 - Mahalla, satellite image (after Google Earth®). Mahalla 1 on the left (eastern settlement); Mahalla 2 at the centre (western settlement); Midden on the right

A circular tower has been recorded in the eastern portion of the Mahalla 2. Fragments of Bahla ware, Fine Grey incised ware, Turquoise and Yellow glaze ware, Blue and White Porcelain, Red Local ware were collected during the survey and allow proposing a date for the settlement not earlier than the 17th century. However, pottery sherds dated to the 2nd cent AD have been registered during previous survey at the site despite most of the material has been dated by J. Zarins between 1200 and 1600 AD (MoHT 2021, 91).

Raysut (Coordinates: 16° 56' 02.3"N, 54° 00' 30.3"E)

Raysut was the only site we visited along the coast west of Salalah. The site is located on the top of the promontory which overlooks Ras Raysut, the area which corresponds to the actual Salalah port, about 30m on the seaside. It is currently fenced by a wall provided of a gate (Fig. 13). Phillips (1972, 158-161) conveys information about the presence of a wall with a defensive function - of which scanty remains were visible on July for the abundant vegetation -, built along the west and south sides, but absent along the overhang to the east. He also



Fig. 13 - Raysut, satellite image of the archaeological area fenced by a modern wall (after Google Earth®)

reports that the dwellings, simple in plan, were made from semi-dressed stones and rested directly on bedrock. Brief excavations carried out by the American Foundation for the Study of Man revealed two phases of occupation: the earliest was found at the eastern slope (Area A); the most recent at the north-western corner (Area B). Phillips also notes a close similarity between the walls of Raysut and the older walls of Al Baleed. Albright (1982, 80) discusses the location of the site by asking questions about the livelihood of the population and how the water supply could be managed. He considers that its existence can only be explained as a “lookout for schools of fish or for enemies coming by the sea”. He also provides some measurements: maximum width 42m to the precipice to the east, 75m along the north-south axis. Area A is located in the southern, higher part. There are rooms with long walls perpendicular to the sea, and internal dividing walls. These rooms have been abandoned due to the gradual erosion of the cliff and became a jetty area. Area B occupies the north-western corner of the site; the rooms are built against the boundary wall. Albright does not propose any dating: the building technique is compared to that of Al Baleed as well as Sumhuram. The site was eventually reoccupied by Bedouins who reused the stones to build temporary shelters. Newton and Zarins (2017, 50) quote that “behind the older village are two cemeteries with boat-shaped graves” and that “on the headland a fortified settlement was located and examined, similar in nature to that found at Khor Rori”. As far as the surface finds are concerned, very few pottery sherds have been collected during our survey, but they seem however confirm the idea put forward by Newton, Zarins (*ibid.*, 51) of a late pre-Islamic occupation of the site, later followed by a Medieval occupation.

REFERENCES

- Albright, F.P. (1982) *The American Archaeological Expedition in Dhofar, Oman, 1952-1953*. Washington.
- Cleuziou S., M. Tosi (1999) Preliminary Report. Archaeological Reconnaissance in the Jabal Samhan-Hasek Region of Dhofar, Sultanate of Oman. January 30th - February 3rd 1999. [Unpublished Report, Ministry of Heritage and Culture]. Muscat.
- Costa, P.M. (1979) The Study of the City of Zafār (al-Balīd). *The Journal of Oman Studies* 5, pp. 111-150.
- Costa, P.M., S. Kite (1985) The Architecture of Ṣalālah and the Dhofar Littoral. *The Journal of Oman Studies* 7, pp. 131-153.

- D'Andrea, A. (2021) Reconsidering the Topography of al-Balid: A Preliminary Review of the Graphical Documentation. *Annali dell'Università di Napoli L'Orientale* 81, pp. 39-50.
- D'Andrea, A., R. Giunta, A. Pavan (2022) Annex. Visits, Archaeological Surveys and excavations in Zafār/al-Balīd (1834-2019), in A. D'Andrea *et al.*, pp. 229-235.
- D'Andrea, A. *et al.*, eds. (2022) *The Site of Zafār/al-Balīd (Sultanate of Oman). Archaeological Investigations between Past and Present* (Proceedings of the round table held at Naples on June 18th 2021, Università L'Orientale, Newsletter Archeologia CISA 12). Naples.
- Ibrahim, M.A., A. Al Tigani (1997) A Report on Two Seasons of Sultan Qaboos University Excavations at Al-Balid, Dhofar 1996-7. [Unpublished Report, Office of the Adviser to His Majesty the Sultan for Cultural Affairs]. Muscat-Salalah.
- MoHT (2021), *Maritime Archaeological Survey of Oman*. Muscat.
- Newton, L.S., J. Zarins (2017) *Dhofar through the Ages. An Archaeological, Ecological and Historical Landscape*. Muscat.
- Oman, G. (1983) Preliminary Epigraphic Survey of Islamic Material in Dhofar. *The Journal of Oman Studies* 6/2, pp. 277-289.
- Oman, G. (1989) Arabic Islamic Epigraphy in Dhofar in the Sultanate of Oman. *Papers on the Archaeology and History of Oman*, pp. 189-198.
- Pavan, A., S. Laurenza, R. Valentini (2019) Masonry and Building Techniques in a Medieval City Port of the Sultanate of Oman: Preliminary Typological Atlas at al-Balīd. *Newsletter Archeologia CISA* 10, pp. 321-344.
- Phillips, W. (1972) History and Archaeology of Dhofar [Unpublished PhD Thesis: University of Brussels, Belgium].
- Zarins, J., L.S. Newton (2013) *Atlas of Archaeological Survey in Governorate of Dhofar, Sultanate of Oman*. Muscat.

Indagini archeologiche presso il tempio forense di Cupra Marittima (AP)

Fabrizio Pesando*, Marco Giglio*, Marco Capurro**, Domenico Garzillo**, Chiara Mattei*

Keywords: Tempio forense, Cupra Marittima (AP)

Citation: Pesando, F., Giglio, M., Capurro, M., Garzillo, D., Mattei, C. (2022). Indagini archeologiche presso il tempio forense di Cupra Marittima (AP). *Archeologie Tra Oriente E Occidente*, 1, 11-21. <https://doi.org/10.6093/archeologie/9839>

Corresponding author: mgiglio@unior.it

L'Università degli studi di Napoli L'Orientale, dopo una lunga sosta nelle indagini nell'area del Foro di Cupra, ha avviato un nuovo progetto di ricerca volto a comprendere le fasi di occupazione dell'area monumentale cittadina e lo sviluppo topografico dell'intera area dell'abitato. Le ricerche nell'area forense, dopo le prime indagini del Settecento e Ottocento, in cui l'interesse era soprattutto il recupero di oggetti, avevano avuto un primo impulso nella seconda metà del Novecento, ad opera della competente Soprintendenza, seguito dal grande progetto di scavo e valorizzazione ad opera della Arcus spa. Nonostante il grande impegno economico profuso nelle indagini sul campo, e nella valorizzazione del parco archeologico con la creazione di strutture di accoglienza, di fatto la gran quantità di dati raccolti in quelle ricerche sono rimasti inediti, ad eccezione di una più che preliminare edizione.¹

Proprio per colmare queste lacune nel 2021, nell'ambito di una convenzione con l'allora Soprintendenza ABAP Marche, è stata effettuata una prima campagna di documentazione e pulizia di alcuni edifici dell'area forense; ci si è concentrati sul tempio che occupa il lato occidentale del foro e l'ambiente affrescato, noto come triclinio-ninfeo, sul lato orientale. Per quanto riguarda il secondo è stata effettuata esclusivamente la schedatura delle strutture murarie individuate durante le precedenti indagini e un nuovo rilievo.² Nel primo caso, invece, sono state effettuate attività di pulizia di alcuni settori sia al di sopra del podio del tempio sia all'esterno, sui lati Nord e Sud (Fig. 1).

Le attività avevano lo scopo di comprendere lo stato di conservazione delle strutture del podio del tempio, nonché dei livelli stratigrafici *in situ*, lasciati a vista al termine delle indagini archeologiche condotte presso il monumento negli anni precedenti.

Le pulizie hanno interessato la parte sommitale del podio, nell'angolo tra la gradinata d'accesso ed il muro perimetrale settentrionale del podio (area 1), l'area ai piedi del lato settentrionale del podio, nel settore non scavato in precedenza (area 2) e quella ai piedi del podio nell'angolo Sud-orientale (area 5).



Fig. 1 - Il crollo del muro perimetrale settentrionale della cella, particolare del paramento interno della struttura muraria

* Università di Napoli L'Orientale, ** Scuola interateneo di Specializzazione in Beni Archeologici "tra Oriente e Occidente"

¹ Di Filippo Balestrazzi 2012.

² Lo studio dell'edificio è stato poi ampliato nella tesi di laurea magistrale della dott.ssa Ilaria Di Tano.

Altri due interventi sono stati poi condotti nella cantina del casolare che insiste parzialmente sul tempio (area 3) e sul podio al margine occidentale (area 4).

L'intervento sul podio ha inoltre permesso di ripulirne la cresta muraria, che si presentava ricoperta da un deposito di epoca moderna di circa 10-15 cm; la pulizia ha permesso di mettere in evidenza una struttura muraria conservata, per tutta la lunghezza del podio, solo nel nucleo, costituito da scaglie di calcare e ciottoli, ben legati da una malta tenace. In alcuni punti sono visibili dei piani di allettamento, regolarizzati grazie all'utilizzo di frammenti ceramici e laterizi posti in opera in modo tale da avere un piano orizzontale e regolare.

Il secondo intervento di pulizia è stato effettuato al piede del lato Nord del podio del tempio, nell'area immediatamente ad occidente del salto di quota realizzato all'epoca degli scavi che permisero di mettere in luce l'arco settentrionale del foro. L'intervento era funzionale a verificare la presenza di elementi in crollo del podio del tempio, segnalati già in bibliografia.³

L'intervento ha previsto la rimozione del solo strato superficiale, di epoca moderna; immediatamente al di sotto è stato messo in luce un ampio tratto di struttura muraria in opera testacea, in crollo e perfettamente in connessione, per una lunghezza di ca. 11.5m per una larghezza massima di ca. 3.5 m (Fig. 2). La struttura sembra essersi perfettamente adagiata al suolo, ribaltandosi in maniera unitaria su un livello di interro che già doveva avere un andamento digradante da Sud a Nord; la struttura, infatti, si presenta anch'essa con un andamento digradante, così come l'attuale andamento del piano di campagna. La fascia del paramento più prossima al podio del tempio è meglio conservata rispetto a quella settentrionale, dove esso è stato fortemente abraso, probabilmente per l'azione delle attività agricole condotte nella zona.



Fig. 2 - Posizionamento degli interventi di scavo del 2022 (in rosso) con indicazione delle strutture murarie individuate

Il paramento murario della struttura in crollo è in opera testacea, con un'apparecchiatura regolare e con giunti abbastanza simmetrici e ben lisciati; a ca. 0.65 m dal margine inferiore della struttura si collocano una serie di fori quadrangolari, di ca. 0.1 m di larghezza, posti a distanze regolari, forse pertinenti a fori pontai. Il paramento visibile è relativo al lato interno del muro della cella del tempio, da collocarsi al margine del podio; all'attacco tra il muro della cella e quello del podio doveva esserci la modanatura, di cui forse sono stati rinvenuti alcuni elementi in crollo. Sul lato interno, a distanza regolare, la struttura presentava un inspessimento, tale da formare ampie paraste.

La pulizia del podio ha, inoltre, permesso di individuare il limite settentrionale dello stesso, obliterato da depositi di epoca moderna. In questo tratto l'angolo si presenta fortemente eroso ed il paramento murario, in opera testacea, si conserva solo nella parte inferiore della muratura.

Infine, il terzo intervento principale è stato effettuato presso l'angolo Sud-orientale del podio del tempio, dove è stata ripulita una fascia già indagata all'epoca degli interventi di scavo Arcus, in modo

³ Vedi Ciarrocchi senza data, 158.

da verificare la fondazione del podio ed il rapporto tra lo stesso e la stratigrafia del piano pavimentale della piazza forense.

Le indagini qui condotte nel 2021 sono state funzionali alla programmazione delle campagne di scavo che rientrano in un più ampio progetto di ricerca, condotto nel sito in regime di concessione e realizzato secondo il modello dello scavo scuola, con la partecipazione di studenti dei corsi di laurea e specializzazione dell'Ateneo.



Fig. 3 - Fotopiano delle aree di scavo del 2022

Tra il mese di giugno e luglio 2022 è stata effettuata la prima campagna di scavo presso il tempio del foro di Cupra (Fig. 3); le indagini hanno interessato sia l'interno sia l'esterno del tempio, realizzando tre saggi, di cui due posizionati all'interno del podio del tempio (saggi 6 e 8) e uno all'esterno (saggio 7).⁴

In particolare, il saggio 6 è stato posizionato nel punto di passaggio dal pronao alla cella del tempio in modo da verificare l'organizzazione strutturale del podio e le fasi edilizie costruttive.

Il secondo saggio al di sopra del podio templare è stato posizionato al margine Nord-occidentale, in modo tale da evidenziare l'angolo del tempio, non noto.



Fig. 4 - A sx : Strato naturale tagliato dalla fondazione del podio (all'esterno) su cui poggia la risega. A dx: Particolare delle fondazioni del podio (US642), con rispettivo cavo di fondazione ("largo"), e della cella (US643). In basso è visibile porzione dello strato naturale (US646) in cui è impostato il cavo, da Ovest

Infine, il saggio 7 è stato collocato tra l'area 2 e l'arco sul lato Nord-occidentale del foro, lungo il margine settentrionale del podio (Fig. 4). Tale intervento ha in parte rimesso in luce la struttura muraria individuata durante l'attività di pulizia del 2021.

[Fabrizio Pesando - Marco Giglio]

⁴ La numerazione degli interventi è progressiva rispetto a quella delle aree oggetto di pulizia nel 2021.

I saggi di scavo

Le indagini hanno permesso di individuare le principali fasi edilizie connesse con l'edificazione dell'edificio templare, un suo restauro ed infine l'abbandono.

Una prima fase di frequentazione dell'area occidentale del foro⁵ è testimoniata dalla realizzazione, in uno strato naturale a matrice argillosa di colore giallo⁶, delle fondazioni del podio (Fig. 4) e della cella del tempio⁷. In un primo momento costruttivo viene realizzata la fondazione, più ampia sia all'interno che all'esterno rispetto all'elevato del podio⁸, e sormontata da una modanatura in blocchetti squadrati.⁹ Sulla modanatura viene realizzato l'elevato del podio, costituito da due alti cassoni (2,55 m) riempiti di terra in corrispondenza del podio e della cella. La fondazione del podio è costruita contro terra sul lato esterno, in cavo largo all'interno¹⁰. La struttura di delimitazione della cella, invece, poggia su una fondazione realizzata contro terra¹¹. Relativo alla prima fase costruttiva del tempio è il paramento esterno del podio, costituito da tre distinte tipologie edilizie, frutto di un'azione unitaria (Fig. 5): il primo in opera reticolata di 1,03 m di altezza; il secondo in opera laterizia, costituito da una piattabanda orizzontale alta 0,38 m; il terzo in opera reticolata di 0,77 m. Il paramento interno relativo alla prima fase¹², è conservato solo per tre ricorsi di *cubilia* in opera reticolata alla base della struttura, direttamente a contatto con la fondazione, conservatosi per un'altezza di ca. 35 cm. I primi due filari sono realizzati in opera reticolata non regolare, il terzo, quello inferiore a contatto con la fondazione, è costituito da blocchetti quadrangolari posti orizzontalmente. Altri tre filari, della stessa tecnica edilizia, sono visibili sulla parte sommitale e sono alti ca. 20 cm¹³ (Fig. 6).



Fig. 5 - Particolare del paramento esterno del podio. In basso la risega sormontata dall'elevato del podio di cui si distinguono i tre momenti costruttivi

⁵ L'analisi e l'interpretazione dei dati relativi al saggio 6 si deve a Domenico Garzillo, quelli relativi al saggio 7 a Chiara Mattei ed infine quelli relativi al saggio 8 a Marco Capurro.

⁶ Lo strato è stato riconosciuto sia all'esterno del podio, nel saggio 7, che all'interno, nel saggio 6: in entrambi i casi è risultato sterile dal punto di vista del materiale archeologico.

⁷ Il saggio 6 è stato posizionato a scavalco del muro di delimitazione della cella, nel punto di contatto tra quest'ultima e il lato settentrionale del podio.

⁸ All'esterno la fondazione misura ca. 1.10 m (saggio 7), all'interno, invece, ca. 0,30 m (saggio 6). Essa è costituita da elementi litici e ciottoli legati da malta di colore giallino all'esterno, grigio all'interno.

⁹ La modanatura è stata individuata unicamente nei saggi 7 e 8, rispettivamente lungo la struttura del podio a Nord e ad Ovest.

¹⁰ Il cavo, riconosciuto all'interno del podio, è di forma oblunga ed è stato indagato per 56 cm di profondità che non corrisponde, però, al piano di appoggio originario.

¹¹ La fondazione della cella è in opera cementizia ed è realizzata in cavo stretto come si evince dalla stesura della malta visibile sul suo paramento Ovest. Questa, di colore grigio, appare disomogenea perché applicata direttamente "contro terra".

¹² Distinto dalla struttura superiore da una crepa orizzontale e dalla differente tecnica edilizia.

¹³ Resti del paramento superiore sono stati individuati nel solo saggio 6.

Ad una fase successiva sono da riconnettere una serie di rifacimenti ed interventi di restauro utili al consolidamento dell'edificio. Verosimili cedimenti strutturali sono da ricondursi probabilmente, considerando l'alto rischio sismico della zona, a terremoti¹⁴ o smottamenti del pianoro su cui era stato realizzato il tempio, contenuto a Nord da un muro di terrazzamento.¹⁵

Un primo intervento avviene lungo il paramento settentrionale esterno in corrispondenza del punto di passaggio fra pronao e cella, ove si realizza una sarcitura verticale in opera laterizia,¹⁶ caratterizzata da ammorsature a filari alternati, che si inserisce nel paramento inferiore e superiore in opera reticolata (Fig.5)¹⁷. Dopo questo intervento viene rifatto il rivestimento del podio del tempio, di cui si conservano tracce di malta a matrice fittile sul lato settentrionale e meridionale¹⁸ e al di sopra della risega del podio sul lato settentrionale.¹⁹

In un secondo momento viene effettuata una grande attività di ricostruzione questa volta intervenendo anche all'interno della struttura. Alla realizzazione di questi rifacimenti fu propedeutico uno svuotamento parziale del riempimento del podio del tempio,²⁰ relativo alla prima fase costruttiva, che avvenne sino a 40 cm dalle fondazioni di podio e cella. Solo in corrispondenza di queste ultime, per raggiungerle fu realizzata una trincea eseguita lungo i paramenti del podio e della cella e scavata all'interno di due strati riconosciuti come parte dell'originario riempimento del podio.²¹ A questa



Fig. 6 - Particolare del paramento interno del podio. In basso la struttura presumibilmente appartenente alla prima fase di costruzione del tempio, da Sud

¹⁴ Seppur precedente alla realizzazione ed al periodo di utilizzo del tempio Cicerone (“[...] *Nam ut illa omittam, visas nocturno tempore ab occidente faces ardoremque caeli, ut fulminum iactus, ut terrae motus relinquam* [...]” - *Cat.* III,8,18), ad esempio, menziona un terremoto nel 63 a.C. il cui epicentro è stato ricondotto a Spoleto, per cui vd. Bertolaso, Boschi 2007, 26. Confrontando questo dato all'attuale alta sismicità della zona sembra verosimile che la storia edilizia del tempio fu interessata da fenomeni tellurici.

¹⁵ Vd. Pesando *et al.* 2020, 314-315.

¹⁶ La sarcitura è stata identificata unicamente lungo il paramento esterno nel saggio 7.

¹⁷ Si segnala che in corrispondenza di alcune ammorsature brevi i *cubilia* pertinenti al reticolato inferiore vengono sostituiti da ciottoli di forma irregolare.

¹⁸ La malta è stata messa in luce unicamente sul paramento visibile nel saggio 7. In particolare, in corrispondenza dei primi due filari in opera reticolata inferiore sono stati portati alla luce frammenti di tegole miste a malta a base di calce di colore bianco, interpretati come elementi di preparazione del rivestimento del podio adibiti al sostegno, probabilmente, di lastre lapidee.

¹⁹ Nei saggi 7 e 6 è visibile anche lungo il paramento meridionale del podio.

²⁰ Lo svuotamento è stato indagato sia nel saggio 6, dove è stato esaurito, che nel saggio 8.

²¹ Questi strati si trovavano a ca. 40 cm dalle fondazioni e presentavano un andamento regolare. Quello inferiore era costituito da terra di colore marrone scuro di consistenza molto compatta; quello superiore da terra friabile di colore marrone più chiaro. Entrambi si susseguono al di sopra dello strato naturale citato in apertura (Saggio 6).

operazione seguì una rimozione dell'originario paramento murario ed una sua ricostruzione,²² che fu organizzata, come avvenuto per la fase precedente, in tre momenti costruttivi: la fascia superiore in opera incerta che misura 1m, una piattabanda orizzontale in laterizi alta ca. 40 cm ed una ripresa dell'opera incerta nella porzione inferiore alta 1,05 m.²³ Situazione analoga è presente sui paramenti della struttura di delimitazione della cella. Qui allo stesso modo due fasce in opera incerta sono intervallate nella parte mediana da una piattabanda orizzontale in laterizi. L'opera incerta è costituita da elementi litici di forma irregolare e ciottoli legati da malta di colore grigio/bianco. Inoltre presunti resti della prima fase costruttiva del tempio sono riconosciuti in alcuni *cubilia* presenti sulla parte sommitale del paramento Est della cella²⁴ (Fig. 7). Si interviene anche in corrispondenza dell'angolo Nord-Ovest del podio. All'interno, infatti, viene costruito un arco in opera laterizia, alto ca. 1,80 m, che si ammorso nel retrostante paramento interno della struttura di delimitazione del podio.²⁵ Esso è realizzato adoperando una centina lignea e si va ad ammorso a due sarciure verticali realizzate in laterizi nella struttura del podio (Fig. 8).

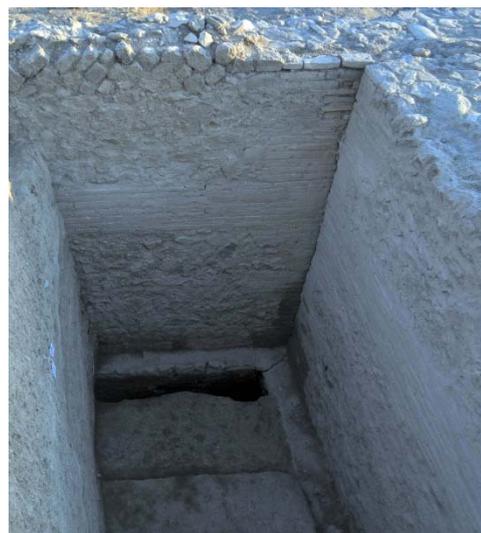


Fig. 7 - I paramenti interni del podio (in alto) e della cella (a destra) con le sarciure verticali che si ammorso nelle strutture precedenti. In alto, all'altezza della cresta, i filari in opera reticolata, da Sud

realizzate in laterizi nella struttura del podio (Fig. 8).



Fig. 8 - Porzione interna dell'angolo Nord-Ovest del podio con l'arco

²² Il primo è visibile sia nel saggio 6 che nel saggio 8; il secondo, che rappresenta la struttura di fondo dell'edificio, è stato indagato nel saggio 8.

²³ Le altezze riportate sono relative alla porzione di paramento visibile nel saggio 6, dove la tessitura muraria è stata portata alla luce integralmente.

²⁴ Questa evidenza è confrontabile con i *cubilia* visibili sulla cresta del podio (Saggio 6), vd. *supra* n. 9.

²⁵ Al momento esso costituisce verosimilmente l'unico resto di un sistema di archi in fondazione, realizzati a rinforzo del muro di fondo della cella e del sostegno della banchina che doveva ospitare la statua di culto e gli ex-voto (Saggio 8). Tale opera, che comprende più archi affogati nel terreno per fini strutturali, prende il nome tecnico di "fondazione a pozzi e barulle".

Ulteriori sarciture in laterizi sono realizzate lungo il paramento interno, nel punto di intersezione tra la cella e podio²⁶ (Fig. 7). Sul podio la sarcitura si interrompe sulla piattabanda orizzontale e ricomincia subito dopo; stessa cosa accade sul lato Est della cella. Il paramento Ovest della cella si distingue, in quanto la sarcitura verticale invade la piattabanda, precedente; in questo settore il legante dei laterizi di rifacimento si presenta liscio irregolarmente e con vistosi sbuffi. Nel punto di contatto tra le strutture della cella e del podio le sarciture non vengono ammorsate tramite i laterizi che le compongono, ma viene risparmiato uno spazio, largo ca. 5 cm, colmato in maniera disomogenea da malta. Traccia di una legatura tra le due strutture murarie è visibile, invece, nella parte sommitale del nucleo, elemento che permette di ipotizzare una rimozione del solo paramento murario, senza intaccare il nucleo originario. Infine, si colloca in questa fase il rifacimento integrale dell'angolo Nord-Ovest del podio, realizzato in opera laterizia, a differenza delle testate di prima fase del podio, in opera vittata²⁷ (Fig. 9). Questo ultimo intervento si differenzia dai precedenti perché, invece di un intervento localizzato nel solo paramento murario, l'angolo Nord-Ovest del podio è ricostruito in maniera integrale.



Fig. 9 - Particolare del lato occidentale dell'angolo Nord-Ovest del podio

Una volta completati i radicali interventi di restauro, l'interno del podio del tempio è colmato da uno spesso strato di terra di colore giallo ocra di consistenza per lo più compatta, che presentava un andamento inclinato da Nord a Sud.²⁸ Al di sopra di quest'ultimo un ulteriore livello di riempimento è rappresentato da un massiccio scarico, in cui è stato rinvenuto poco materiale ceramico, caratterizzato

²⁶ Le sarciture individuate nel saggio 6 presentano un andamento verticale e sono realizzate alternando parti preesistenti in opera incerta ai nuovi filari in opera laterizia.

²⁷ Sui lati occidentale e settentrionale dell'angolo del podio, nel saggio 8, si registra la presenza di ammorsature in opera reticolata, dalla fattura grossolana rispetto al reticolato di prima fase a cui si raccordano.

²⁸ Questo strato è scavato integralmente nel saggio 6 ed indagato superficialmente nel saggio 8.

da una cospicua presenza di frammenti di intonaco parietale in III stile pompeiano, verosimilmente pertinenti alla decorazione della prima fase della cella del tempio²⁹ (Fig. 10); presso l'angolo nord-occidentale, insieme agli intonaci dipinti furono scaricate anche parti di semicolonne laterizie rivestite di stucco, forse pertinenti alla decorazione architettonica del muro di fondo della cella, ove si trovava la banchina di sostegno della/delle statue di culto e degli ex-voto.

In una fase al momento non determinabile, il tempio e l'area Ovest della piazza del foro sono defunzionalizzati.

In seguito a questo avvenimento, l'elevato di seconda fase del lato settentrionale della cella del tempio, realizzato in opera laterizia, crolla presumibilmente per cause naturali³⁰ (Figg. 1-11).



Fig. 10 - Alcuni frammenti di intonaci di I fase in III stile pompeiano, provenienti dai saggi 6 e 8



Fig. 11 - Crollo dell'elevato settentrionale della cella in opera laterizia, angolo Nord-orientale

²⁹ Tra i frammenti si annoverano grandi quantità di frammenti monocromi di colore rosso scuro, viola-prugna, rosso cinabro, giallo ocre, nero, nonché frammenti con motivi decorativi quali ghirlande, medaglioni, elementi geometrici e vegetali, candelabri e semplici linee che potevano essere funzionali alla strutturazione in pannelli delle pareti. Per un cfr. preliminare vd. MANCA 2005, 2012. I frammenti sono stati individuati nei due saggi all'interno del podio del tempio (saggi 6 e 8). Lo scarico di intonaci è in corso di studio da parte di Maria Grazia Moliterno.

³⁰ Il crollo è rappresentato da una porzione di elevato composto da nucleo e paramento. Elemento già portato in luce durante la campagna di pulizia del 2021.

In un momento successivo, si procede con l'attività di spoliazione e riutilizzo del materiale antico, a partire dalla rimozione delle lastre di pavimentazione della piazza del foro, a cui segue la lavorazione *in situ* degli elementi architettonici del tempio, di cui sono stati rinvenuti materiali ridotti in frantumi e non recuperati, depositati in modo caotico all'esterno di quest'ultimo³¹ (Fig. 12). In particolare, si tratta di frammenti relativi ad elementi architettonici in calcare, pertinenti ai fusti delle colonne del tempio, tra cui listelli e scanalature; frammenti di capitelli di tipo corinzio³² tra cui sono ben riconoscibili le foglie d'acanto; porzioni di sima e tre frammenti di gocciolatoi a protome leonina;³³ una base di colonna di tipo attico in calcare, di cui è stato calcolato il diametro di 90 cm³⁴ (Fig. 14); due frammenti di statua, di cui uno in marmo bianco che costituisce parte di una mano con un anello riferibile ad una statua di grandi dimensioni³⁵ ed un secondo, dello stesso materiale, relativo ad un avambraccio sinistro di una statua di piccole dimensioni,³⁶ infine, frammenti di colonna (o semicolonna?) in laterizio.

In un periodo cronologicamente ancora non inquadrabile, successivo all'abbandono dell'area, si



Fig. 12 - Deposito di scarico pertinente alla fase di lavorazione e riutilizzo di materiale architettonico del tempio



Fig. 13 - Paramento esterno della struttura muraria occidentale del podio, con i tre momenti costruttivi, crepa sulla sinistra e arco alle spalle

³¹ Gli scarichi sono stati individuati nei saggi 7 e 8, rispettivamente lungo il lato settentrionale ed occidentale.

³² Il frammento presenta una lunghezza di 34 cm e un'altezza di 15 cm (Saggio 7).

³³ Si conserva la parte sommitale con criniera, il volto di cui sono visibili gli occhi a goccia, naso e parte superiore del muso definito da un taglio circolare per il passaggio dell'acqua (Saggio 7). Un altro gocciolatoio della stessa tipologia è stato rinvenuto durante la campagna di scavo condotta ad opera della Soprintendenza nel 2002, nell'area dell'arco meridionale del foro romano

³⁴ Sono visibili dal fondo, il plinto, seguito dal toro, scozia inserita tra listelli, secondo toro sormontato da incavi semicircolari che scandiscono il piano di appoggio del fusto (Saggio 7).

³⁵ Individuati nel saggio 7.

³⁶ È possibile che il pezzo frammentario rinvenuto si debba riferire ad un putto (Saggio 8).

registra il crollo del paramento esterno della struttura muraria occidentale del podio.³⁷ Un primo strato di crollo era costituito prevalentemente da laterizi, compatibili con quelli osservabili nella piattabanda mediana del paramento esterno della struttura occidentale (Fig. 13). Ancora, ad una quota superiore, è stato riconosciuto uno strato di crollo costituito principalmente da laterizi, ciottoli e piccoli elementi litici.³⁸

Un ultimo utilizzo dell'area, a partire dagli ultimi anni del XIX sec.³⁹ e fino almeno al 1950,⁴⁰ è segnalato dalla costruzione di un casolare posto sul lato



Fig. 14 - Frammento della base di colonna di tipo attico rinvenuta nel grande scarico

centro-meridionale del podio del tempio, non in asse con lo stesso. A questa fase si attribuiscono, all'esterno del podio, una vaschetta per la lavorazione *in situ* della calce posta sul lato settentrionale, utilizzata verosimilmente per lavori di riparazione del casolare,⁴¹ e, in corrispondenza dell'angolo Nord-Ovest del podio, un gradino che era, verosimilmente, utile per colmare il salto di quota con la parte alta del podio.⁴² Infine, a pochi centimetri del piano di calpestio attuale del podio,⁴³ sono state rinvenute due buche di palo presumibilmente pertinenti alle attività del casolare.

[Marco Capurro - Domenico Garzillo - Chiara Mattei]

Considerazioni conclusive

Gli interventi della campagna di pulitura del 2021 e di scavo del 2022 hanno permesso di meglio definire la planimetria dell'edificio templare e le sue fasi costruttive. In particolare, il rinvenimento nel saggio 8 del muro di delimitazione occidentale permette di avere una dimensione precisa dell'ingombro del podio del tempio, pari a 15.20×26.28 m. Tale misura è comprensiva sia della scalinata con altare inglobato di accesso al tempio, sia dello spazio del pronao e cella. Il rinvenimento dei frammenti architettonici nei saggi 7 e 8 permette di ricostruire non solo le dimensioni delle colonne, ma anche l'ordine architettonico: il pronao del tempio era esastilo, con alte colonne in calcare bianco, a base attica e con capitelli corinzi. È possibile, inoltre, definire lo spartito decorativo della cornice superiore, liscia con gocciolatoi a testa leonina. Infine, lo scavo dei saggi 6 e 7 ha permesso sia di comprendere le

³⁷ Il crollo del paramento è visibile nel saggio 8 ed è stato rinvenuto al di sopra dei depositi di scarico appena citati.

³⁸ Si segnala che i due crolli erano inframmezzati da uno strato di accumulo/deposizione naturale intermedio, venutosi a creare, con ogni probabilità, con l'azione del tempo.

³⁹ Di Filippo Balestrazzi 2013, 30.

⁴⁰ Nel saggio 7 è stato rinvenuto uno strumento di aratura su cui è visibile il marchio di fabbrica ("Tortella") con data di produzione al 1950. Questo è l'elemento che si pone come riferimento cronologico più tardo di frequentazione dell'area.

⁴¹ Individuata nel saggio 7.

⁴² Il gradino era costituito da sette blocchetti lapidei disposti orizzontalmente in modo da formare due sostegni per una lastra lapidea dalla forma approssimativamente rettangolare (Saggio 8).

⁴³ Le buche sono state rinvenute a ca. 21-22 cm (Saggio 8).

modalità costruttive del podio del tempio, realizzato con due grandi cassoni (uno per l'area del pronao e uno della cella, suddivisi da una struttura muraria che fungeva anche da fondazione per l'elevato orientale della cella), riempiti da strati di terreno costipati. Il rinvenimento in crollo del muro perimetrale settentrionale della cella e l'assenza di partizioni in fondazione, come emerso nel saggio 8, consente infine di ricostruire la tipologia templare: tempio prostilo esastilo ad unica cella, provvista, a ridosso del muro di fondo, di una banchina su cui erano collocate la/le statua/e di culto e gli ex-voto, di cui si conservano alcuni resti inglobati nell'angolo nord-occidentale del moderno casolare. Infine, le stratigrafie indagate nei saggi 6 e 8 hanno permesso di ricostruire non solo l'esistenza di due grosse fasi edilizie -una relativa ad un primo momento di impianto, databile nei primi decenni del I sec. d.C., e una seconda riferibile a un radicale intervento di restauro, con interventi anche alle fondazioni del tempio-, ma anche l'esistenza di una prima decorazione dei muri perimetrali della cella realizzata con un rivestimento parietale inquadrabile nel III stile pompeiano, di cui si sottolinea l'estrema rarità in un periodo in cui le decorazioni interne degli edifici di culto erano ormai prevalentemente in lastre di marmo o di pietra nobile.⁴⁴

Gli interventi previsti nella futura campagna di scavi saranno funzionali alla migliore conoscenza delle modalità di costruzione e ricostruzione del podio del tempio sia nell'area della cella che in quella del pronao, della cronologia dell'abbandono della piazza forense e dell'attività di spoliazione dell'edificio templare, nonché di definire in maniera più precisa l'aspetto del lato occidentale del tempio, poiché, al momento, in questo settore non è stato ancora individuato il crollo del muro perimetrale della cella, così come avvenuto nel lato settentrionale, ma solo porzioni di strutture murarie.

[Fabrizio Pesando - Marco Giglio]

BIBLIOGRAFIA

- Bertolaso, G., Boschi, E. (2007) *I terremoti dell'Appennino umbro-marchigiano (I secolo a.C. - 2000)*, Roma-Bologna.
- Ciarrocchi, G., *Cupra Marittima, la campagna e la città. Ritrovamenti, schizzi e annotazioni sulle strutture antiche: 1969-1999*.
- Di Filippo Balestrazzi, E. a cura di (2013) *Tra terra e mare, tra natura e cultura, gli interventi archeologici del progetto Arcus 2011-2012 a Cupra Marittima*, Ascoli Piceno.
- Moormann, E. M. (2011) *Divine Interiors. Mural paintings in Greek and Roman sanctuaries*, Amsterdam.

⁴⁴ Sulla decorazione pittorica templare si rimanda a Moormann 2011.

Nuove ricerche nel settore termale e del cd. vigneto della villa imperiale del *Pausilypon* di Napoli

Marco Giglio*, Angela Bosco*, Rosario Valentini*, Chiara Mattei**, Ilaria Di Tano**, Maria Cuomo***, Fabrizio Baiano***

Keywords: Terme Romane, Villa Imperiale, Pausilypon

Citation: Giglio, M., Bosco, A., Valentini, R., Mattei, C., Di Tano, I., Cuomo, M., Baiano, F. (2022). Nuove ricerche nel settore termale e del cd. vigneto della villa imperiale del Pausilypon di Napoli. *Archeologie Tra Oriente E Occidente*, 1, 23-41. <https://doi.org/10.6093/archeologie/9870>

Corresponding author: mgiglio@unior.it

Nel mese di settembre si è svolta la prima campagna di scavo dell'Università di Napoli L'Orientale presso la villa imperiale del *Pausilypon*; le ricerche sono condotte in regime di concessione di scavo e sono impostate come attività di ricerca e di formazione per gli studenti dei corsi di laurea e post-laurea dell'Ateneo, coinvolgendo in tutte le fasi di lavoro circa una quindicina di partecipanti. Gli obiettivi del pluriennale progetto di ricerca sono molteplici, da un lato individuare i resti archeologici presenti nell'area compresa tra la terrazza dei teatri e l'area demaniale affacciata sulla Gaiola, dall'altro di definire lo sviluppo architettonico di questo settore della villa e le sue sequenze cronologiche.

Le attività sul campo di quest'anno si sono, in particolare, concentrate in due distinti settori della villa,¹ già indagati in maniera non sistematica agli inizi del Novecento dal Günther e da lui identificati con il settore delle terme superiori e del cd. vigneto. La prima area fu parzialmente scavata dal Günther, che rimosse ingenti porzioni della sequenza stratigrafica di uno degli ambienti termali, lasciandola esposta per lungo tempo, fino al suo progressivo reinterro e abbandono alla vegetazione infestante (Fig. 1). In anni più recenti fu qui realizzato un intervento di recupero



Fig. 1 - L'area del cd. *calidarium* prima dell'inizio degli interventi di indagine

*Università di Napoli L'Orientale, ** dottoranda Università di Napoli L'Orientale, *** studente magistrale Università di Napoli L'Orientale

¹ Le attività sul campo, dirette da chi scrive, sono state coordinate da Fabrizio Baiano, Maria Cuomo, Ilaria Di Tano e Chiara Mattei ed hanno visto la partecipazione di Rita Cappiello, Maria Laura Parlato, Marco Rocco, Antonella Pandiscia, Marianna Frugali, Fiorina Isacco, Sara Guarino, Lorenzo Del Prato, Mattia Guida, Alessandra Ascione, Martina De Simone, Chiara Penzone, Mariagrazia Moliterno. Le attività preliminari di taglio della vegetazione, di individuazione di percorsi per l'accessibilità a settori non più visibili della villa, nonché di documentazione fotografica sono state coordinate da Mauro Palumbo; il rilievo topografico delle evidenze e la modellazione 3D sono stati curati da Angela Bosco e Rosario Valentini. Si ringrazia il dott. Enrico Angelo Stanco, funzionario archeologo della Soprintendenza ABAP per il Comune di Napoli per il supporto tecnico e scientifico fornito, nonché per i numerosi spunti di riflessione nella lettura e interpretazione delle evidenze individuate.

dell'ambiente circolare noto come *calidarium*, rimuovendo sia porzioni dell'interro di epoca contemporanea sia elementi dei piani pavimentali e delle *pilae* qui lasciate dopo l'intervento dell'inizio del Novecento. Le diverse indagini e l'esposizione per più di un secolo all'azione antropica e naturale, hanno fortemente limitato la porzione di stratigrafia archeologica in giacitura primaria in questo settore, lasciando tuttavia numerosi dubbi sulla funzione, sulla cronologia e la sequenza relativa delle differenti fasi edilizie esistenti, nonché sulla planimetria stessa dell'ambiente e dell'intero complesso termale. Degli scavi di Günther non esiste una dettagliata documentazione fotografica, ad eccezione di quanto pubblicato nel suo volume del 1913; i resti del suo intervento di rimozione dei piani pavimentali che obliteravano il cd. *calidarium* risultavano dispersi nell'area circostante, forse anche in seguito ad altri interventi effettuati prima, durante e immediatamente dopo il secondo conflitto mondiale.

Sempre nel settore delle terme è stato effettuato un secondo intervento nell'area identificata dal Günther come pertinente ai *praefurnia* del complesso termale, area in cui lo stesso Günther aveva identificato la presenza di più fasi edilizie, tutte pertinenti al complesso termale, normalmente datato ad epoca Adrianea. Anche in questo settore sono stati identificati interventi successivi allo scavo degli inizi del secolo scorso, che si era parzialmente interrato; più di recente erano, infatti, state effettuate delle verifiche della stratigrafia, individuando in alcuni punti il mosaico di prima fase e ricoprendolo con un telo non idoneo alla sua corretta conservazione, prima di interrarlo nuovamente.² Purtroppo, non è possibile collocare cronologicamente altri interventi di epoca moderna visibili nell'area, tra cui si segnalano scarichi di materiali da costruzione, per riempire e obliterare lo scavo degli ambienti. Duole sottolineare che, come già detto per il cd. *calidarium*, non è stato possibile intercettare stratigrafie *in situ*, in associazione con le molteplici fasi architettoniche riscontrate.

Infine, un terzo intervento nell'area è stato realizzato più a Ovest del cd. *calidarium*, in una zona sopraelevata, in cui era visibile una porzione di un ambiente voltato. Questa zona non era stata oggetto di interventi di scavo precedenti, ad eccezione di un sondaggio effettuato sfondando la parete meridionale dell'ambiente voltato, forse ad opera di clandestini. Tuttavia, proprio a ridosso dell'area di scavo insiste una struttura muraria, residuo di un più ampio ambiente di epoca bellica, a cui erano connessi alcuni sistemi di canalizzazione che hanno intaccato superficialmente la stratigrafia antica. Inoltre, nell'area insistevano alcuni alberi di alto fusto (lecci e olivastri), con un fitto apparato radicale superficiale.³ Lo scavo in questo settore non è stato ultimato, evidenziando una complessa sequenza di stratigrafie murarie.

Ultima zona di intervento è stata quella dell'area del cd. vigneto, posto sul lato meridionale della collina e raggiungibile, sulla base delle notizie pregresse, attraverso una scalinata in muratura di epoca non precisata, non più visibile. In questa zona il Günther segnalava l'esistenza di ambienti e strutture murarie, ma l'intero settore, in virtù della sua morfologia - ampia terrazza pianeggiante ai piedi di una collina e a picco sul mare - e posizione strategica per un controllo del golfo di Napoli, fu stravolto per l'installazione di un sistema di cannoniere antiaeree e annesse strutture di stoccaggio delle munizioni. Fino ad una quindicina di anni fa, come dimostrato dall'ortofotopiano della Regione Campania del 2007, l'area era ancora accessibile e le strutture qui conservate visibili; dopo di allora la vegetazione aveva completamente invaso questo settore, facendo perdere le tracce delle evidenze di epoca antica e

² A contatto con il mosaico era stato collocato un telo protettivo in polietilene, che svolge normalmente una funzione di copertura e protezione dagli agenti atmosferici, essendo impermeabile e lavabile; tale telo, quindi, non è traspirante e non garantisce un'adeguata conservazione dei resti archeologici. Il reinterro di un piano pavimentale musivo è comunemente riconosciuto come una misura di conservazione preventiva *in situ*, se naturalmente effettuato con adeguate metodologie, tali da evitare l'aumento del degrado del piano musivo e del suo supporto. Sul tema si rimanda a Costanzi Cobau 2020.

³ In seguito ad una verifica dello stato di salute di alcune piante, risultate attaccate da insetti xilofagi che ne compromettevano le condizioni statiche e vegetative, si è proceduto alla loro rimozione.

moderna. L'attività, pertanto, è stata soprattutto di diserbo, rimozione di accumuli moderni e documentazione di tutte le evidenze qui presenti.

[Marco Giglio]

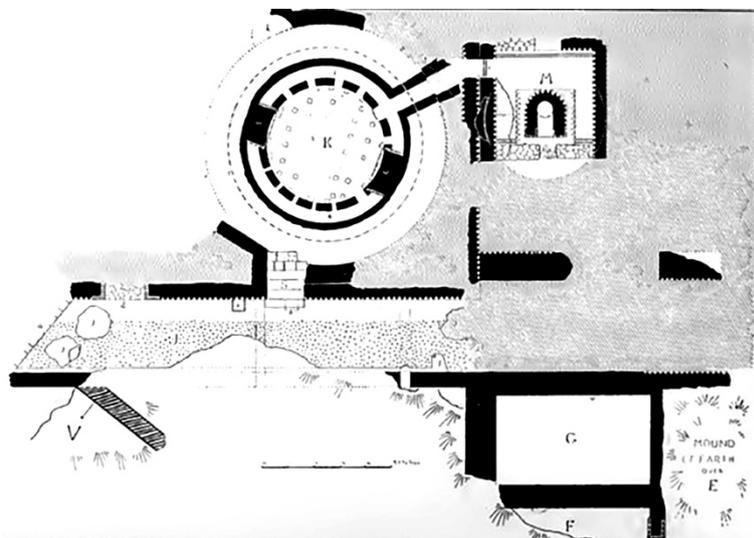


Fig. 2 - Planimetria del Günther delle Terme Superiori, di cui l'ambiente circolare preso in esame corrisponde alla lettera K

Saggio 1 - il cd. *calidarium*

Il saggio 1 è stato impiantato nell'area in cui era stato messo in luce l'ambiente circolare identificato da Günther (K nella sua planimetria⁴- Fig. 2) come *calidarium*.

A una prima fase edilizia, successiva a quanto emerso nell'area del saggio 3, è riferibile un ambiente circolare in opera reticolata, il cui paramento meridionale è visibile sia nella parte sommitale delle strutture murarie, riutilizzate nelle fasi successive, sia all'interno del corridoio di accesso al *prae-furnium* di seconda fase. Il paramento esterno, invece, è visibile dal saggio

3, area in cui si appoggia ad una più antica struttura muraria, sempre in opera reticolata. Il paramento interno, come visibile in una porzione sul lato nord-occidentale, conserva una serie di chiodi, allineati, funzionali a sostenere un'intercapedine realizzata con *tubuli*.

In un secondo momento l'ambiente, per il quale non è possibile posizionare l'ingresso, né definire l'organizzazione del sistema di riscaldamento, viene completamente modificato. Il sistema di circolazione del calore più antico viene abolito e l'ambiente ristretto attraverso la creazione di un nuovo setto murario, addossato al paramento interno più antico, in opera testacea. La nuova struttura riduce il diametro dell'ambiente e lo dota di un *prae-furnium*, collocato sul lato settentrionale; per accedere allo stesso viene realizzato un breve corridoio tagliando la struttura muraria più antica. Oltre al nuovo *prae-furnium* probabilmente pertinente a questa fase è una *concameratio* realizzata con *tubuli* quadrangolari, di cui si conserva traccia sul lato settentrionale, in corrispondenza del *prae-furnium*. Non è invece chiaro se è pertinente a questa fase il piano pavimentale dell'ipocausto, su cui si conservano tracce delle *pilae*, di forma ovale, di ridotte dimensioni. Sempre di difficile collocazione cronologica è un taglio circolare al centro del piano pavimentale dell'ipocausto dell'ambiente. Il taglio, delimitato da cinque basi in laterizio, è a sezione ovoidale e profondo 1.52m; ne è stata ipotizzata la pertinenza all'alloggio di un sistema di riscaldamento a samovar. Le pareti del pozzo sono in opera testacea, mentre il piano pavimentale, leggermente inclinato verso est, è in laterizi; le strutture inglobano due setti murari, sempre in opera testacea, al momento di non chiara funzione. Il paramento murario, sul lato Nord-Ovest, è tagliato e da qui si accede ad un precedente ambiente voltato, forse un corridoio, di cui si conserva la volta in cementizio impostata su muri perimetrali in opera mista. Il piano del pozzo si trova in quota con l'imposta della volta, elemento che rende poco plausibile l'interpretazione del pozzo come *prae-furnium*.

⁴ Günther 1913, 106

L'ambiente voltato è tuttora obliterato da un deposito archeologico non scavato, che sarà oggetto di future indagini.



Fig. 3 - Visione da Ovest del sistema di riscaldamento di terza fase, in cui sono visibili il muro in opera laterizia con relativo sistema di doppio livello di archetti e feritoie rettangolari in basso a livello del piano pavimentale dell'ipocausto. Al centro il pozzo. In alto verso Est gli strati di obliterazione dell'ambiente riscaldato durante la quarta fase

archetti, al livello superiore, e feritoie rettangolari più piccole al livello inferiore. Tale complesso sistema di circolazione dell'aria prodotta dal *praefurnium* è da leggere in rapporto con il pozzo e l'ipocausto, molto alto (circa 1,30 m). Al di sopra del corridoio anulare vengono realizzate due file di gradini anulari, rivestiti in cocciopesto. Il sistema, interpretato come *calidarium* o piscina calida, non sembra esser stato in uso a lungo. Prima della sua obliterazione definitiva, viene realizzato un taglio sul lato nord-occidentale dell'ipocausto, all'altezza del livello superiore degli archetti, asportandone uno, per impiantare un tubo di scarico, forse per lo svuotamento della vasca o, sulla base del ritrovamento, in questa zona, da parte del Günther di una *fistula plumbea*, per il sistema di adduzione dell'acqua.⁵

L'intero sistema, tuttavia, viene obliterato e al di sopra dei gradini realizzato un nuovo piano pavimentale in



Fig. 4 - Foto di dettaglio della nicchia posta a Nord del saggio. Si tratta di una nicchia quadrangolare in opera reticolata con stipite in opera vittata, e sui paramenti Ovest e Sud è visibile lo strato di rivestimento in cocciopesto

⁵ Günther 1913, 111-112

Ad un terzo momento si può riferire un nuovo intervento edilizio, volto sia a migliorare il sistema di circolazione del calore, sia a creare una gradinata anulare (Fig. 3). Viene infatti addossato alla struttura muraria di seconda fase un nuovo muro in opera laterizia, che ingloba al suo interno un corridoio anulare, in connessione con il *praefurnium* di seconda fase. Il paramento interno della nuova struttura presenta un sistema di comunicazione con il corridoio anulare, costituito da un doppio livello di

cocciopesto, asportato nel settore centrale dallo stesso Günther e/o naturalmente collassato in epoca moderna. Il nuovo piano pavimentale, ad una quota di più di 2m superiore rispetto a quella dell'ipocausto più antico, ripristina le dimensioni dell'ambiente originario, utilizzando come perimetrali le strutture murarie di prima fase in opera reticolata, ormai prive di sistema di riscaldamento. L'ambiente, sicuramente in questa fase, ma forse anche nelle più antiche, presenta due nicchie quadrangolari (Fig. 4), con stipiti in opera vittata, a Nord e a Sud e, forse, una terza a Est; quella meridionale conserva parte del rivestimento in intonaco, preservato al di sotto di una nuova struttura muraria, orientata in senso Nord-Sud, realizzata addossandosi alla precedente, dopo aver rasato il perimetrale meridionale della nicchia. In questo punto Günther indica una scala di accesso a Est e un corridoio a Sud,⁶ elementi che non sono stati ancora messi in luce.



Fig. 5 - Ingresso a Sud di ultima fase comunicante con la zona occidentale non scavata, di cui è visibile in foto il deposito archeologico. La porta è delimitata da due stipiti e l'intera struttura è rivestita da uno strato di intonaco a base di calce. In basso il muro di delimitazione circolare dell'ambiente, rasato a livello del piano pavimentale

Ad un'ultima fase di vita dell'ambiente si deve una nuova trasformazione del settore orientale; qui viene rasato il muro di delimitazione circolare dell'ambiente e quello rettilineo della nicchia e costruito un nuovo muro perimetrale rettilineo, realizzato in conci rozzamente quadrati in tufo. Sul lato meridionale è ben visibile una porta che permetteva la comunicazione con il settore posto sul lato occidentale, non scavato; la porta è delimitata da sottili stipiti e l'intera struttura è rivestita con un intonaco a base di calce (Fig. 5). Questo intervento sembra essere

l'ultima attività edilizia realizzata in epoca antica, forse tarda o alto-medievale, nel settore delle terme; l'asportazione in epoca moderna dei livelli stratigrafici connessi con le fasi di vita e abbandono dell'ambiente non consente una maggiore precisazione delle cronologie.

[Maria Cuomo]

Saggio 2 - Il settore a nord-ovest delle terme

L'area di scavo è stata suddivisa in due settori: uno inferiore,⁷ a Nord-Est, l'altro superiore, a Sud-Ovest.

Alla prima fase di frequentazione dell'area appartiene una struttura muraria in opera reticolata con angoli in opera vittata (2A, Fig. 6) con andamento Nord-Sud, situata nel settore inferiore, che si estende per 3,22 m e che conserva un rivestimento parietale di colore bianco. Si tratta di una struttura

⁶ Günther 1913, 105-108

⁷ Il settore è stato scavato solo parzialmente a causa di problemi di sicurezza legati al possibile cedimento del terreno dal settore superiore.

pertinente ad un ambiente apparentemente isolato, di cui è visibile la facciata esterna. Essa viene inglobata, nel corso della seconda fase edilizia, da una struttura muraria con arco centrale (di 1,90m di



Fig. 6 - Prospetto delle strutture murarie del settore inferiore visto da Est: sono visibili la struttura in reticolato di prima fase (2 A), l'arco di seconda fase (2 B) in opera vittata e la struttura muraria in opera mista di terza fase (2 C)

ampiezza) realizzata in opera mista con specchiature in reticolato (2B, Fig. 6); dell'arco si conserva il paramento esterno in opera laterizia (con tegole, laterizi, frammenti ceramici e blocchetti squadrati) e la volta realizzata su centina lignea. Ad un secondo momento costruttivo si associa una muratura in opera mista⁸ (2C, Fig. 6) caratterizzata da pilastri in filari alternati (1:1) di opera laterizia ed opera vittata, che sorregge un'ampia volta in cementizio con elementi di tufo di medie dimensioni. Tale struttura si appoggia al precedente arco, andando a sottofondarlo. Al di sopra della volta si distinguono due strutture murarie di delimitazione di uno spazio quadrangolare, realizzate in opera vittata, individuate sui lati Nord-Ovest e Sud-Est, essi sono connessi ad una pavimentazione in cocchiopesto (Fig. 7 indicato il complesso 2I), elementi questi che consentono di confermare l'ipotesi sviluppata da Günther⁹ in merito all'organizzazione dell'area attraverso la costruzione di grandi arcate con vani superiori.¹⁰ In funzione di tale ipotesi, che prevede un sistema a terrazze¹¹ finalizzate allo sfruttamento dell'area caratterizzata da una forte pendenza del suolo, è possibile interpretare anche due tratti murari situati nell'area orientale (2D-2E, Fig. 7). Inoltre, le grandi dimensioni¹² e l'allineamento in direzione Est-Ovest in asse con i pilastri della volta consentono di ipotizzare una funzione di tali tratti murari come ulteriori pilastri, parte di un sistema unitario di terrazzamenti e passaggi coperti.

⁸ Di 4,25m di ampiezza.

⁹ Günther 1913, 65. In riferimento alla casa di P. Vedio Pollione sul lato orientale della valle.

¹⁰ Impianto realizzato per consentire lo sfruttamento dell'area caratterizzata da una forte pendenza del suolo.

¹¹ Günther 1913, 82 propone un sistema a 5/6 terrazze sovrapposte.

¹² Il blocco orientale si conserva per una lunghezza di 1,76 m per uno spessore di 1,60 m; il blocco occidentale si conserva per una lunghezza di 1,90 m per uno spessore di 1,78 m.



Fig. 7 - Visione zenitale dell'area di scavo in cui è visibile il settore superiore (ad Est) ed il settore inferiore (ad Ovest)

Più complessa resta, al momento, la distinzione delle fasi del settore superiore, interessato dalla presenza di molteplici tratti e crolli di strutture murarie.¹³ Una prima distinzione è stata effettuata sulla base delle tecniche edilizie e delle caratteristiche compositive. Ad una prima fase apparterebbero tre tratti murari in opera laterizia (Fig. 7) (due situati nell'area Nord-Occidentale - 2F e 2G - ed uno nell'area Nord-Orientale - 2H - il quale presenta la facciata occidentale curvilinea) con andamento Nord-Sud; essi creerebbero un ambiente dotato di almeno due vani di accesso, che potrebbero condurre ad un affaccio posto verso est (i corridoi occidentale e centrale)¹⁴ e al *calidarium* (il corridoio orientale). Secondo questa chiave di lettura, quella che è stata riconosciuta, al momento, come la prima fase costruttiva del settore superiore sarebbe, dunque, da

associare con la prima fase costruttiva dell'arco.¹⁵ Si otterrebbe in questo modo un arco nel settore inferiore, sormontato da un affaccio ad arcate, accessibile attraverso una serie di aperture pertinenti ad un ambiente absidato.¹⁶ La seconda fase vede l'obliterazione del "corridoio" occidentale (2L, Fig. 7) e l'elevazione di una parete ad Est del tratto murario orientale (2M, Fig. 7), addossato a quest'ultimo. In questa fase tutti i paramenti sono coperti da un rivestimento in lastre di marmo, di cui si conserva la preparazione in cocciopesto (Fig. 8) con inserti di marmo (di colore bianco, rosso e pesca) utilizzati come riferimento per il motivo decorativo del suddetto rivestimento; la presenza del rivestimento marmoreo è, inoltre, confermata da un tassello di marmo bianco in corrispondenza del muro orientale, utilizzato come perno per le lastre dello stesso (Fig. 9).

Ad una terza fase, da associare alla seconda fase di costruzione della volta con cui costituisce un unico momento costruttivo, è riferibile una porzione muraria in opera vittata posta all'estremità dell'angolo Nord-Orientale (2N, Fig. 7), che si appoggia ai tratti murari orientali di prima e di seconda fase, e l'ampliamento verso est del settore superiore attraverso la costruzione di una terrazza con pavimentazione in cocciopesto (2I, Fig. 7). Interessante è la presenza di una vaschetta (2O, Fig. 7) scavata all'interno del muro in opera vittata sul lato settentrionale, con tracce di cocciopesto, elemento che doveva essere integrato nell'ambiente della terrazza. Ad una fase difficilmente definibile allo stato

¹³ L'area non è stata scavata in profondità, durante la presente campagna è stato possibile portare in luce solo superficialmente le strutture.

¹⁴ Al momento non rinvenuto ma ipotizzato sulla base della ricostruzione planimetrica dell'ambiente.

¹⁵ Ovvero la seconda fase edilizia del settore inferiore.

¹⁶ Struttura che ricorda l'ambiente F in collegamento con il *calidarium* delle terme dell'Eliocamino di Villa Adriana a Tivoli, in Salza Prina Ricotti 2001, 146.



Fig. 8 - Paramento del muro (2G) in opera laterizia su cui è visibile la preparazione del rivestimento parietale in marmo composta da cocchiopesto ed inserti di marmo di vario colore (bianco, grigio, pavonazzetto). Alle spalle il muro di oblitterazione del corridoio occidentale (2L)

non all'elevato di un muro, bensì alla volta di un ambiente dotato di piano pavimentale superiore in cocchiopesto che sarebbe, dunque, collassato.¹⁷

Partendo dalla ricostruzione fornita da Günther sull'organizzazione degli ambienti posti sul versante orientale della collina in terrazze a più piani sviluppate su grandi arcate di sostruzione, è possibile sviluppare una prima ipotesi ricostruttiva dell'area oggetto d'indagine del saggio n. 2. L'area è organizzata secondo una struttura a terrazze che si sviluppano su arcate, la cui funzione al momento è di difficile interpretazione. Sulla base delle ricerche condotte sono distinguibili tre/quattro fasi edilizie: una prima fase pertinente all'ambiente inferiore in reticolato; durante la seconda fase il settore inferiore è interessato dalla costruzione di un arco, in contemporanea con l'organizzazione della prima fase del settore superiore attraverso un ambiente absidato dotato di una serie di aperture (almeno tre) che conducono ad un affaccio sovrastante l'arco. In un secondo momento il passaggio più occidentale viene oblitterato,



Fig. 9 - Sulla sinistra l'elevato del muro (2H) con i resti della preparazione in cocchiopesto, visibile è il perno in marmo bianco delle lastre di rivestimento parietale in marmo. Sulla destra, parte orientale del nucleo in crollo (2P)

¹⁷ Ipotesi avvalorata dallo spessore del crollo.

attuale delle indagini appartiene un nucleo in crollo di grandi dimensioni (4,20 m di h massima \times 70 cm di spessore visibile; 2P, Fig. 7) in porzioni irregolari di cementizio e pezzame di tufo, preceduto, ad Est ed Ovest, da tre porzioni di pavimentazione in cocchiopesto il cui orientamento ne rende complessa la ricostruzione: la porzione occidentale (2Q, Fig. 7) presenta la superficie verso il lato occidentale, mentre quelle orientali (2R-2S, Fig. 7) presentano le superfici in modo speculare. Ai fini di una corretta interpretazione delle modalità di avvenimento del crollo è necessario ipotizzare che il nucleo in questione sia pertinente

mentre il passaggio orientale viene collegato, attraverso la costruzione di un tratto murario, al settore delle terme che si sviluppa sul lato occidentale e gli elevati dei muri dotati di un rivestimento parietale in lastre di marmo. L'intera area è soggetta a modifiche durante la terza fase, momento in cui l'arco viene rinforzato da una massiccia muratura che collega, ai lati, i due settori, sormontato da una terrazza con pavimentazione in cocciopesto. In dubbio resta l'appartenenza del nucleo dell'arco, il quale, per tecnica costruttiva, potrebbe essere associato alla terza fase.

Durante l'ultima fase si avrebbe, dunque, un sistema di terrazzamento a tre piani (due superiori ed uno inferiore), il cui piano intermedio è costituito da un ambiente con apertura orientale di collegamento con il settore termale e da un'apertura centrale che conduce alla terrazza settentrionale dotata, ai lati, di vaschette che ne delimitano l'ambiente, il tutto posto al di sopra dell'arco inferiore che delimita a sua volta un ulteriore ambiente.

[Chiara Mattei]

Saggio 3 - L'area degli ambienti di servizio e dei praefurnia

Il saggio 3 è stato realizzato nell'area identificata, e scavata, dal Günther nei primi anni del '900 (Fig. 2)¹⁸; dopo le prime indagini la zona è stata oggetto di piccoli sondaggi realizzati negli angoli Nord-Est e a Nord-Ovest dell'ambiente, aventi la finalità di individuare il mosaico scoperto in precedenza.

Ad una prima fase di disboscamento e pulizia del settore di indagine, che il Günther identifica con la lettera "M" in planimetria,¹⁹ è seguita l'asportazione dei livelli di oblitterazione dell'ambiente, costituita da strati di accumulo di epoca moderna.²⁰

L'ambiente indagato è stato, inoltre, analizzato documentando le diverse stratigrafie murarie che lo costituiscono, attività che ha permesso di riconoscere diverse fasi edilizie.

Pochi sono gli elementi riconducibili alla prima fase edilizia. Precedente all'ambiente di servizio delle terme è un rivestimento pavimentale in mosaico, costituito da tessere bianche di piccole dimensioni (0,5cm) e bordato da una doppia cornice di tessere nere, di dimensione leggermente più grandi delle precedenti, ma comunque inferiori al centimetro (Figg. 10-11). L'assenza della cornice in tessere nere ad Est, permette di affermare con certezza che il tappeto musivo si estendeva ben oltre i limiti dell'ambiente realizzato nella fase seguente. La parte a vista del mosaico si presenta in cattivo stato di conservazione e si estende, seppur non in maniera uniforme per via delle lacune, per ca. 4,20 m in senso Est-Ovest e ca. 3,30m in senso Nord-Sud. La tipologia della pavimentazione, l'ottima fattura della messa in opera e la dimensione delle tessere lasciano supporre che si trattasse di un ambiente residenziale, affacciato sul golfo, databile, su base stilistica, ad un periodo compreso tra l'epoca tardo-repubblicana e quella proto-augustea. Quest'area era delimitata a Ovest da un muro in opera reticolata orientato in direzione Nord-Sud, spesso ca. 1m e recante su entrambi i paramenti le tracce di un intonaco di colore bianco, il cui pessimo stato di conservazione non consente alcuna ricostruzione dell'eventuale apparato decorativo. Sul lato meridionale, inoltre, sembra collocarsi una soglia, cavalcata dalle strutture successive; l'ambiente, pertanto, non era isolato e faceva parte di un complesso che si sviluppava sia a Sud sia a Ovest.

¹⁸ Günther 1913.

¹⁹ Günther 1913.

²⁰ L'assenza di una stratigrafia affidabile è dovuta alle precedenti indagini archeologiche che interessarono il settore nei primi anni del secolo scorso e, successivamente, ai carotaggi degli anni 2000. A coprire il mosaico vi era un'unica unità stratigrafica in cui erano presenti pochi frammenti ceramici, frammenti di intonaco e di elementi strutturali quali mattoni, coppi e *cubilia* rimescolati. La maggior parte dei materiali recuperati erano di fabbrica moderna, come plastica e vetro.



Fig. 10 - Ambiente mosaicato, da Nord



Fig. 11 - Paramento interno, in opera reticolata, del muro di delimitazione Ovest dell'attuale ambiente, da Est

Ad una fase successiva si deve la realizzazione delle strutture di delimitazione a Est e a Ovest dell'attuale ambiente, in opera reticolata. Il muro Ovest (3F, Fig. 11, 12 e 13) a differenza di quello Est, si appoggia al muro di prima fase; le due strutture erano la base di appoggio per una copertura a volta.²¹ Le nuove strutture di delimitazione, che riducono l'ampiezza dell'originario ambiente, sono realizzate direttamente al di sopra del mosaico, senza tagliarlo. Il nuovo spazio così delimitato

aveva probabilmente un accesso sul lato settentrionale; sui lati Nord e Sud vengono rasate le strutture perimetrali dell'ambiente più antico, sino a quota pavimento a mosaico. L'asportazione della stratigrafia

²¹ A terminare con una volta doveva presumibilmente essere anche il muro perimetrale Est, oggi rasato ad un'altezza di ca. 1,30 m.



Fig. 12 - Foto generale del Saggio 3, da Nord. Si evidenziano, in particolare, il basamento quadrangolare in opera reticolata rivestito da malta (3A); la struttura a ferro di cavallo (3B); il muro Ovest che si appoggia al muro di I fase (3F) e l'ambiente superiore in opera testacea con andamento curvilineo (3G)

con gli scavi precedenti non permette di ricostruire la quota pavimentale dell'ambiente, ad eccezione per la presenza di una traccia sul lato Nord, che testimonia un lieve innalzamento rispetto a quella precedente.

Successivamente, forse tagliando o modificando la precedente volta, viene realizzata, una fornace, direttamente al di sopra del mosaico di prima fase. Su un basamento quadrangolare in opera reticolata rivestito da malta (3A, Fig. 12), di ca. 2,40m x 1,80m, alto 0,70m, viene costruita una struttura a ferro di cavallo (3B, Fig. 12) alta 1,60m, realizzata in opera reticolata, con stipiti in opera testacea per la delimitazione di un'apertura ad arco posta a Sud. L'arco è l'accesso ad un pozzo circolare, vera e propria camera di combustione realizzata in opera laterizia, in cui sono state rinvenute tracce di cenere. Tale nuova sistemazione, funzionale alla creazione di un sistema di riscaldamento forse a samovar, viene realizzata in modo tale da lasciare uno spazio per consentire la circolazione nell'ambiente.

La fornace era probabilmente in connessione con un ambiente superiore, di cui si conserva un muro di delimitazione, con andamento curvilineo, in opera testacea, già individuato dal Günther (3G, Fig. 12).²²

²² Günther 1913.



Fig. 13 - Paramenti interni del muro perimetrale Ovest con i tre momenti costruttivi, da Sud-Est. Si evidenziano, in particolare, parte del muro Ovest prima citato (3F); la fondazione del muro realizzato in cassaforma lignea (3H) e la tamponatura della porta con il rimpiego di *cubilia* (3L)

Il muro perimetrale Nord (Fig. 13) portato in luce per ca. 5,90m di lunghezza²³ e conservato per ca. 1,30m in altezza, è stato realizzato in differenti momenti, che al momento risultano di difficile associazione con le fasi descritte sino ad ora; è possibile, infatti, riconoscerci almeno tre fasi edilizie, durante le quali viene a modificarsi anche il piano di calpestio.

Un primo intervento prevede la realizzazione della fondazione del muro realizzato in cassaforma lignea, che indica un rialzamento del piano di calpestio di ca. 22cm rispetto al mosaico di prima fase (3H). In fase con la fondazione vi è una porta, tamponata posteriormente reimpiegando alcuni *cubilia*, realizzando un ulteriore innalzamento del piano di calpestio.²⁴ Sono riferibili a questa fase, o ad un restauro successivo, il posizionamento di porzioni di muro in cementizio ai lati Est e Ovest della tamponatura, realizzate reimpiegando strutture in crollo (3L, Fig. 13)

Il muro perimetrale Sud dell'ambiente, invece, è riferibile ad una delle fasi finali del complesso. Conservatosi per ca. 3,70 m di lunghezza, è realizzato con pezzame di tufo e un unico filare di laterizi posizionato a ca. 0,60 cm dal basso; la struttura, che non presenta un paramento regolare, è stata

²³ Il muro continua sotto la sponda. Obiettivo del prossimo scavo sarà quello di procedere ad indagare le zone risparmiate da questa prima campagna.

²⁴ L'alzamento del piano di calpestio è visibile osservando la fondazione del muro di compagno della porta. Realizzata attraverso una gettata di malta direttamente nel terreno, è a ca. 50 cm dal mosaico di prima fase.

realizzata contro terra, testimoniando che l'ambiente ad un certo punto è stato completamente obliterato. La presenza, tuttavia, di un archetto nella parte sommitale della struttura, in corrispondenza con quello di accesso alla fornace, indica che il sistema di riscaldamento era ancora in uso.

[Ilaria Di Tano]



Fig. 14 - Volta in cementizio sovrapposta ai depositi eruttivi, tagliata dalla scalinata di epoca moderna

zona ha avuto almeno tre fasi di frequentazione: una prima di epoca romana, una per lo sfruttamento agricolo e con lo scopo di estrazione di pozzolana in epoca moderna, nel periodo in cui proprietario della zona era il Marchese del Tufo,²⁶ ed infine gli interventi per creare una postazione di difesa durante il secondo conflitto mondiale.

Probabilmente di poco antecedente gli interventi bellici, fu realizzata una scalinata (Fig. 14), nell'ambito delle sistemazioni dell'area ad opera del Senatore Paratore, composta da un totale di 52 gradini in cemento decorato superficialmente con una bocciardatura, intervallati da tre piattaforme (due rettangolari ed una triangolare più grande delle altre).

Il settore meridionale e l'area del cd. vigneto

Il settore del cd. vigneto è un'ampia terrazza pianeggiante, posta sul lato meridionale della collina, a Sud-Ovest delle terme e del c.d. *calidarium* della villa imperiale del *Pausilypon*; l'accessibilità alla terrazza era stata garantita, in epoca moderna, tramite la realizzazione di una scalinata, andata con il tempo in disuso e non più visibile. L'attività principale effettuata in questo settore è stata una approfondita pulitura e diserbo, rimozione di accumuli moderni e documentazione di tutte le evidenze qui presenti. È stata messa in luce quasi interamente la struttura più recente, così come alcune strutture murarie di età romana, inglobate in quelle di epoca successiva.

In questo settore il Günther identifica la zona del cd. vigneto, una zona che è stata livellata e resa pianeggiante in un indeterminato momento della propria fase di vita e nel quale c'è stato un tentativo di coltivazione, come testimoniato dalla presenza di alcune piante di vite.²⁵ La

²⁵ Günther 1913, 135–140.

²⁶ Günther 1913, 12.

I parapetti laterali sono composti da 22 gradoni per lato, che prendono l'ingombro di circa tre scalini, realizzati con blocchetti squadri di tufo; analogamente agli scalini anche la parte sommitale dei parapetti è rivestita di una malta cementizia con una bocciardatura. La scalinata, in direzione Nord-Sud, in corrispondenza dalla piattaforma triangolare, cambia marcatamente il suo orientamento, ora in direzione Est-Ovest (Nord-Est - Sud-Ovest).

La realizzazione della scalinata ha comportato la distruzione di una serie di strutture di epoca romana che foderavano questo settore della collina; lungo il primo tratto rettilineo della scala sono visibili, sul lato Est, alcune strutture murarie, in opera reticolata, orientate in senso Est-Ovest. Il paramento settentrionale conserva parte del rivestimento in cocciopesto ed è visibile anche il piano pavimentale della struttura, forse pertinente ad un bacino idrico. Sempre sul lato orientale, al di là del parapetto, nella scarpata, sono visibili altre strutture in opera reticolata, quasi completamente erose e franate a valle.

La maggior parte delle strutture antiche si concentra all'altezza della terrazza del cd. vigneto, al termine della scalinata; sul lato Ovest è visibile un'ampia volta in opera cementizia, tagliata dalla scalinata. La volta, orientata in senso Est-Ovest, è priva del muro di delimitazione orientale, ad eccezione del suo spigolo meridionale, in opera reticolata con rivestimento in cocciopesto. La volta poggia direttamente al di sopra di depositi eruttivi, in giacitura, riferibili all'eruzione di Agnano - Monte Spina; si tratta quindi di una sostruzione piena, forse inizio di un sistema di terrazzamento del settore meridionale della collina. La prosecuzione del terrazzamento è visibile, orientato in senso Est-Ovest, al termine della scalinata, dove si colloca un lungo corridoio, delimitato a Sud da un muro di cinta in cemento di epoca moderna, riferibile alla fase bellica (Fig. 15). Sul lato settentrionale del corridoio, al piede della collina, è visibile un lungo muro in opera reticolata, su cui si aprono almeno quattro ambienti voltati. Il sistema così definito sembra essere strutturato secondo un terrazzamento a più livelli, su sostruzioni voltate o piene o cave. Tre dei quattro ambienti sono stati riutilizzati nell'ambito della costruzione di depositi di munizioni durante il secondo conflitto mondiale, la parete settentrionale degli ambienti voltati è stata sistematicamente asportata e alle spalle, scavati direttamente nel banco cineritico, sono stati realizzati stretti corridoi ciechi ad elle, in mattoni rivestiti di cemento. Al fine di garantire un'ulteriore protezione ai depositi di munizioni, da connettere a due postazioni per cannoniere realizzate sulla terrazza del vigneto, a Sud del muro di cinta in cemento, l'accesso è stato coperto da un solaio in



Fig. 15 - Corridoio d'accesso agli ambienti voltati delimitato da un muro in cemento appartenente al periodo bellico

cemento armato, legato al muro di protezione in cemento. Il muro di terrazzamento di epoca romana prosegue per una trentina di metri e, verso la fine, è presente la lunetta di un'ampia nicchia, di cui si conserva il rivestimento con intonaco bianco. Al termine del terrazzamento, in un settore dove il Günther collocava alcuni ambienti aperti, è stato individuato un condotto, con copertura a doppio spiovente, in forte pendenza da Nord a Sud, forse da interpretare come canale di scarico e/o di alimentazione di questo settore della villa imperiale. Il condotto, rispettato dall'impianto del quarto deposito di munizioni che si adatta all'orientamento del condotto, è stato sicuramente riutilizzato nel periodo bellico, probabilmente come via di comunicazione protetta o ulteriore deposito di munizioni.

[Fabrizio Baiano]

Prospettive future della ricerca

La ricerca di quest'anno si può considerare l'inizio di un progetto di lunga durata e, pertanto, molti degli aspetti qui presentati si debbono considerare preliminari; ad esempio, il rinvenimento di una nuova fase edilizia, più antica rispetto a quella di impianto delle terme, è di estremo interesse per comprendere le dinamiche insediative nell'area della villa a partire dall'epoca tardo-repubblicana. Tuttavia, la stessa comprensione potrà esser facilitata dall'ampliamento dell'area di indagine ad altri settori ancora non indagati, con la speranza di intercettare stratigrafie affidabili. Uno dei limiti maggiori della ricerca in un contesto con una lunga durata di vita è rappresentato proprio dall'assenza di dati stratigrafici tali da poter meglio precisare la cronologia dei singoli interventi edilizi identificati; analogamente, il sito si caratterizza per una carenza di dati sulle indagini condotte a partire dalla metà dell'Ottocento, indagini che si sono contraddistinte nelle prime fasi per un carattere predatorio e non scientifico. Lo scavo del 2022 ha permesso di ampliare il range cronologico di vita del sito sia per quanto riguarda la fase di primo impianto sia per quella di ultimo intervento, facendo emergere anche una fase tardo antica o forse alto-medioevale. Anche in questo caso l'estensione dell'area di scavo permetterà di verificare sia le cronologie ipotizzate sia la funzione e lo sviluppo planimetrico degli edifici, in una lettura che non si ferma alla sola epoca antica, ma anche a quella post-antica.

Infine, va sottolineata la necessità nel prossimo futuro di individuare e documentare le strutture murarie, con diverso grado di conservazione, che emergono più o meno isolate all'interno dell'area oggetto di studio, in modo da connetterle tra di loro, anche tramite un dettagliato rilievo della geomorfologia del sito, che permetta di avere una lettura del sito e degli interventi antropici funzionali al raccordo tra le singole parti che si collocano a quote altimetriche differenti.

[Marco Giglio]

Rete topografica e rilievo digitale tridimensionale del settore meridionale del parco archeologico del *Pausilypon*

L'impostazione di una rete topografica nell'area dei nuovi interventi di pulizia e scavo archeologico ha richiesto un grosso sforzo organizzativo vista la conformazione morfologica (su più livelli terrazzati) e la fitta vegetazione che interessa l'intera area.

Al fine di operare in accordo con i precedenti rilievi effettuati dalla Soprintendenza, così da garantire un efficace aggiornamento delle piante, si è scelto di agganciarsi direttamente alla maglia poligonale materializzata in precedenza. Tale rete comprende 20 capisaldi distribuiti con maglie piuttosto larghe.

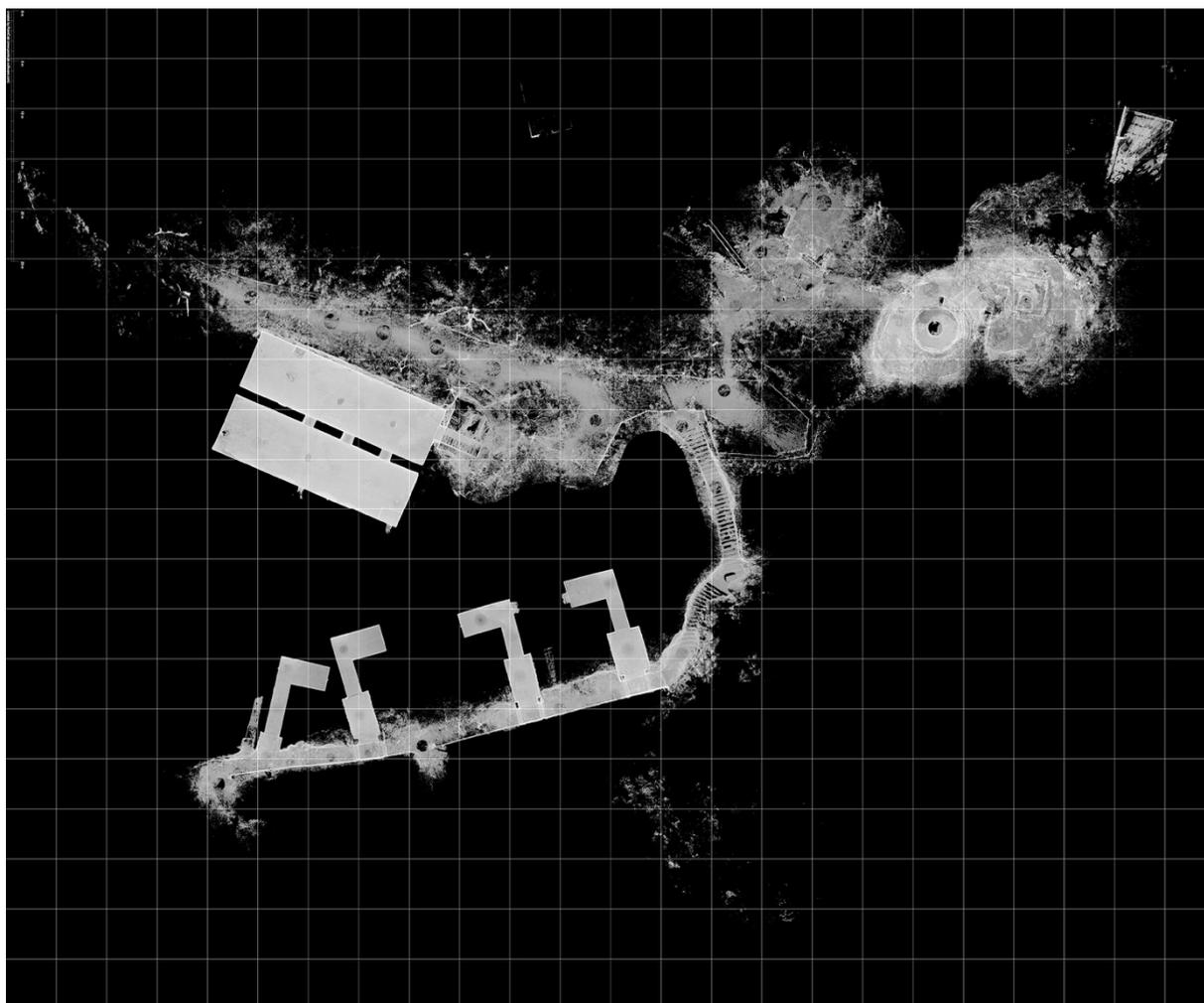


Fig. 16 - Vista dall'alto della nuvola di punti finale dell'intera area oggetto di indagine

In una primissima fase è stata, dunque, necessaria l'individuazione delle stazioni, materializzate con chiodi topografici su terreno e, purtroppo, ricoperte nel tempo dalla vegetazione e da accumulo di terreno dilavato. Fondamentali, per la vicinanza ai saggi di scavo, sono stati i capisaldi denominati CS19 e CS20, rispettivamente posti sulla stradina sterrata, che parte dall'area archeologica aperta al pubblico, e sulla piazzola belvedere con affaccio sulla Gaiola, dove lo stesso percorso termina.

L'allineamento alla precedente poligonale ha permesso l'integrazione con nuovi capisaldi riferiti nello stesso sistema già in uso dal Parco, ossia Monte Mario (EPSG: 3004). Successivamente tale sistema è stato convertito in conformità con quanto richiesto dal Geoportale Nazionale per l'Archeologia (UTM WGS84 33N).

I nuovi punti di stazione, materializzati nel terreno con chiodi topografici da 7,5 cm e diam. 2 cm, sono stati battuti con Stazione Totale Trimble M3 DR5" e posizionati in modo tale da avere una buona visibilità del saggio più prossimo e la migliore inter-visibilità con il punto di stazione successivo, così da facilitare il più possibile tutte le operazioni di rilievo necessarie sul campo. Il target utilizzato è stato un prisma con offset a -30 mm montato su asta telescopica 1.5-3 m.

Il rilievo laser scanner

L'area oggetto di ricerca è stata in passato parzialmente interessata da una campagna di acquisizione tridimensionale tramite strumentazione laser scanner nell'ambito del progetto di valorizzazione a cura della Soprintendenza. Data la già accennata complessità ambientale, specialmente per l'area oggetto di concessione, la metodologia di acquisizione tramite strumentazione laser è preferibile in quanto consente di acquisire rapidamente milioni di punti geo-riferiti e colorati. La nuvola di punti, oltre a

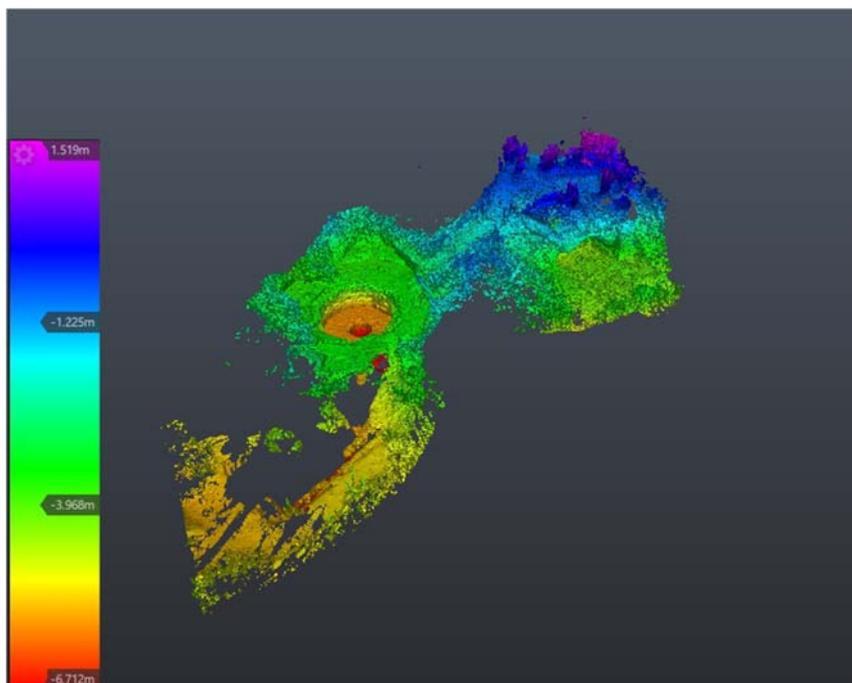


Fig. 17 - Classificazione della nuvola di punti (particolare dei saggi 1 e 2) in base all'elevazione

documentare accuratamente i saggi e lo stato delle strutture messe in luce, consente di mappare con maggiore precisione l'andamento irregolare della villa, che, per l'appunto, segue la forma della collina in un grande gioco scenografico.

Per le acquisizioni operate dal nostro gruppo di ricerca, è stato adoperato un laser scanner FARO Focus 3D 130. Lo strumento adopera un sistema a tempo di fase che prevede anche l'acquisizione del dato cromatico. Tuttavia, visti i notevoli cambiamenti dell'esposizione luminosa tra le stazioni e dato il notevole aumento di consumo della batteria e la conseguente diminuzione dell'autonomia di uso sul campo, si è scelto di effettuare la maggior parte delle scansioni senza l'acquisizione del colore (Fig. 16).

Il rilievo con strumentazione laser scanner, grazie al lungo raggio di acquisizione, è adatto per i lavori in aree piuttosto ampie (D'Andrea et al. 2018; Remondino, Campana 2014). Per coprire l'intera superficie indagata sono servite circa 80 scansioni, ognuna delle quali ha catturato circa 15.000.000 di punti tridimensionali. Le acquisizioni *in situ* sono state effettuate in diversi momenti, in accordo con le fasi di scavo e pulizia, e allineate in una fase successiva di elaborazione con specifici software che consentono l'aggiornamento continuo del rilievo.

Le nuvole di punti così ottenute possono essere classificate, distinguendo la vegetazione dalle strutture e dal terreno (Fig. 17). In questo modo l'area può essere virtualmente "ripulita" nella sua interezza e fornire una solida base topografica 3D su cui lavorare, sia dal punto di vista dell'estrazione delle più classiche basi della documentazione scientifica (piante e sezioni) sia con estrusioni, anche in

ambiente BIM, che possono permettere di effettuare valide proposte ricostruttive della villa nelle sue diverse fasi edilizie (Fig. 18).

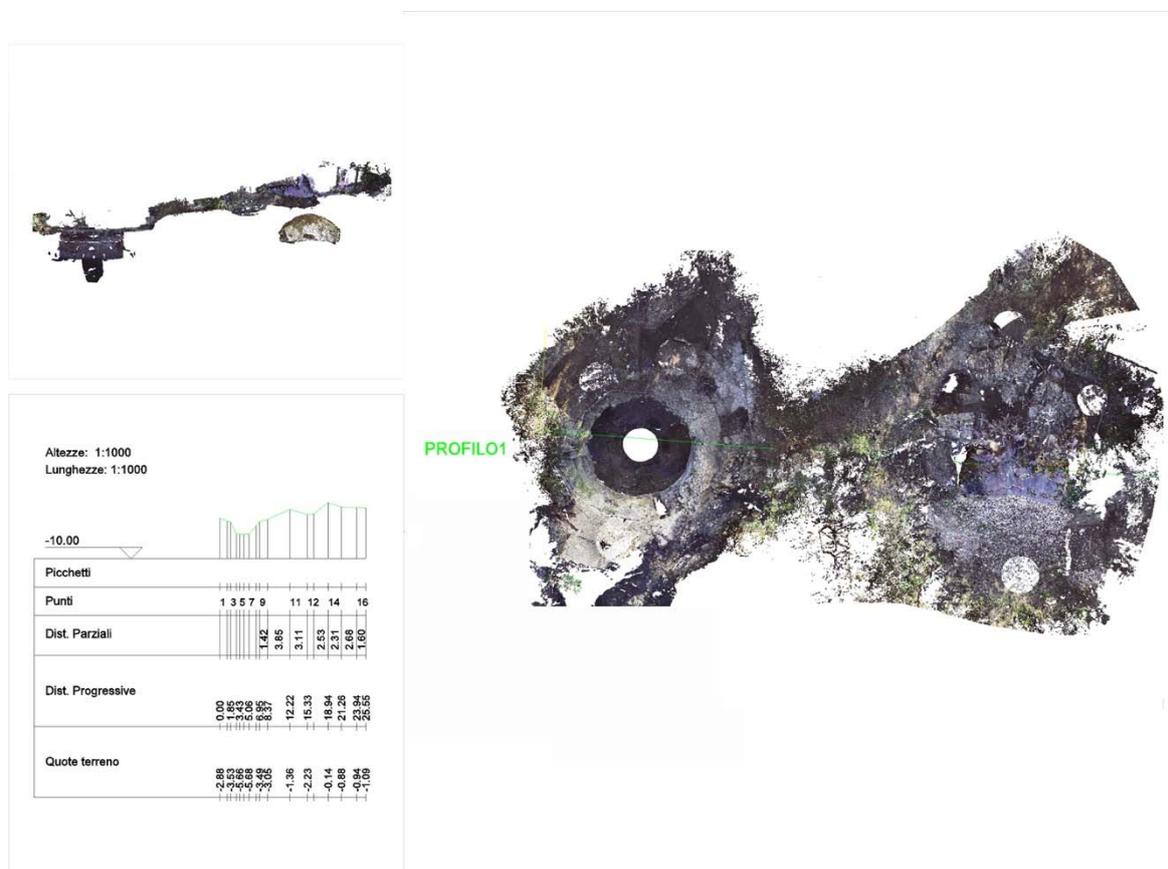


Fig. 18 - Un esempio di elaborazione su nuvola di punti: estrazione del profilo dell'area dei saggi 1 e 2 con il taglio della nuvola (in alto a sinistra) e attraverso sezione quotata (in basso a sinistra)

Il rilievo fotogrammetrico

Alla documentazione tramite strumentazione laser sono state affiancate acquisizioni fotogrammetriche con algoritmi SfM (Structure from Motion). Le riprese fotogrammetriche consentono anch'esse di ottenere un rilievo tridimensionale delle aree indagate, con il vantaggio ulteriore di una risoluzione fotografica del prodotto finale molto elevata (Bosco 2022).

Al fine di ottimizzare tempi e precisione di acquisizione e post-processing, è stata creata una apposita rete di target fissi, agganciati alla rete topografica principale, in modo da permettere la realizzazione delle repliche digitali inerenti alle diverse fasi di lavoro. Tale metodologia è adatta per piccole aree e restituisce dettagli anche millimetrici, permettendo, tra l'altro, la documentazione dello stato di degrado delle strutture o degli apparati decorativi.

Per il proseguo della campagna di scavo, è previsto l'uso di un drone per l'acquisizione fotogrammetrica dell'area oggetto di studio. Sebbene la fitta vegetazione non permetta una buona visibilità delle aree oggetto di scavo, il rilievo aereo consentirebbe l'integrazione delle informazioni 3D utili alla definizione morfologica del promontorio e, inoltre, permetterebbe di documentare accuratamente il costone a strapiombo sul mare dove sono stati individuati numerosi resti di strutture murarie, molti pertinenti alla villa, altri alle postazioni militari risalenti alla II guerra mondiale.

A tale scopo sarà adoperato un APR Parrot Anafi Thermal, le cui caratteristiche altamente performanti (alta risoluzione fotografica con sensore CMOS 21 Mpx e frame max 5344x4016, e grande stabilità di volo con un'autonomia di circa 26 minuti) unite alle piccole dimensioni, ne fanno uno strumento adatto a contesti complessi e articolati.

La programmazione del volo dovrà, inoltre, tenere conto delle questioni legate alla tutela della fauna locale previste dall'Area Marina Protetta (AMP) del Parco Sommerso di Gaiola, evitando acquisizioni del fronte costiero nel periodo di nidificazione del gabbiano reale.

La combinazione di diverse metodologie di acquisizione digitale si è dimostrata la migliore strategia per un sito complesso quale è la Villa di Vedio Pollione.

Attraverso un'accurata documentazione topografica, ci si propone di analizzare la disposizione degli ambienti, integrando una lettura dell'esposizione e delle connessioni con le infrastrutture (quali rami dell'acquedotto e percorsi viari interni), nonché esaminare le strutture che nel tempo si sono sovrapposte a quelle di età romana, permettendo di approfondire un aspetto dell'archeologia ancora poco indagato (specie nel sud Italia), ovvero l'archeologia della guerra.

[Angela Bosco - Rosario Valentini]

BIBLIOGRAFIA

- A. Bosco (2022), *3D Surveying Methods and Digital Information Management for Archaeological Heritage*. BAR.
- A. D'Andrea, A. Coralini, A. Bosco, A. Fiorini & R. Valentini (2018). A 3D topographic network for the study and maintenance of the Insula III of Herculaneum. In *2018 Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo)* (pp. 416-421). IEEE.
- A. Costanzi Cobau (2020), Conservazione in situ e tecniche di interro artificiale. Problemi di metodo ed esperienze lavorative su mosaici pavimentali, in *Atti del XXV colloquio dell'Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico*, pp. 757-764.
- R. T. Günther (1913), *Pausilypon the imperial villa near Naples*, Oxford, p.65.
- F. Remondino & S. Campana (2014), *3D recording and modelling in archaeology and cultural heritage*. BAR international series, 2598, 111-127.
- E. Salza Prina Ricotti (2001), *Villa Adriana il sogno di un imperatore*, Roma, p.146.

Recensioni



Recensione - Nicolò Dell'Unto e Giacomo Landeschi, *Archaeological 3D GIS*, Taylor & Francis, London - New York 2022, 154 pp.

Angela Bosco, Università di Napoli L'Orientale

Keywords: Recensione, Archeologia, GIS, 3D GIS, BIM, ArqueoBIM

Citation: BoscoA. (2022). Nicolò Dell'Unto e Giacomo Landeschi, *Archaeological 3D GIS*, Taylor & Francis, 2022, London and New York. 154 pp. *Archeologie Tra Oriente E Occidente*, 1, 1-3. <https://doi.org/10.6093/archeologie/9874>

Corresponding author: abosco@unior.it

Il lavoro di Dell'Unto e Landeschi è la sintesi, tanto attesa, di anni di ricerche e applicazioni che gli autori hanno operato nell'ambito del GIS per l'archeologia e, più nello specifico, degli sforzi intrapresi per riempire il divario che nel tempo si è venuto a creare tra questa e le applicazioni 3D alla disciplina.

Il volume, in lingua inglese, è disponibile in open access,¹ scaricabile come pdf o consultabile tramite un visualizzatore online. L'opera è rivolta a studenti di livello avanzato e professionisti ma, pur non trattandosi di un manuale GIS, fornisce una sintesi dei principali aspetti di tale applicazione informatica che consente, anche ai meno esperti, di comprenderne con chiarezza funzione ed evoluzione nell'ambito della ricerca di settore.

La pubblicazione si compone di otto capitoli (1. Geographical information systems in archaeology; 2. 3D models and knowledge production; 3. 3D GIS in archaeology; 4. Deploying 3D GIS at the Trowel's edge; 5. Surface and subsurface analysis; 6. 3D visibility analysis; 7. Volumes; 8. Future developments), preceduti da una breve introduzione che guida il lettore in un corretto uso delle informazioni in essi contenute.

Particolarmente apprezzabile, all'interno della struttura scelta dagli autori, è la presenza di quelle che sono definite "box informative", ovvero piccole finestre tecniche, in cui sono esplicitati procedure e comandi, operati negli specifici software 3D e GIS, al fine di ottenere i risultati illustrati attraverso i casi studio.

Sebbene gli autori siano perfettamente consapevoli che "Software and methods described in the book represent only a selection of the various possibilities offered by current technology, and advancements in technological development may make the different solutions proposed in the volume somewhat out-dated within a short time", l'intento è quello di proporre, nella maniera più chiara possibile, tramite esempi e applicazioni pratiche, il potenziale offerto dall'integrazione di dati 3D in ambiente GIS.

Nel primo capitolo sono ben sintetizzati alcuni degli aspetti chiave delle teorie che, nel corso del tempo, hanno accompagnato l'evoluzione delle applicazioni GIS all'archeologia. Sono affrontati i dibattiti processualisti e post-processualisti, passando per le questioni di scala, che hanno portato alla necessità di definire modelli 3D a superamento dei limiti delle primitive geometriche, fino alle interessanti riflessioni sui concetti di Alta definizione e Multi Risoluzione in contesto archeologico.

Segue una panoramica sui modelli di dati "digeriti" dal GIS, che diventa indispensabile per comprendere a pieno i limiti in cui ci si imbatte quando si affronta la ricerca del passato (basata su aspetti materiali e immateriali) attraverso tale strumento.

¹ <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/52627>.

È infatti a questo punto (§ 1.3) che gli autori inseriscono quello che si potrebbe definire uno *spoiler*, anticipando che “The resulting paradigms will provide a basis for envisioning new ontologies that can be included in a collaborative environment where GIS acts as a pivotal element to collect, visualise, compare, and analyse multiple sources and dynamic processes”.

Nel secondo capitolo gli autori ben sottolineano le diverse caratteristiche della modellazione tridimensionale, distinguendo tre gruppi di modelli 3D: *Surface representations*, *Boundary representations* e *Volume representations*. Un piccolo excursus storico sull'uso delle rappresentazioni 3D (dalla modellazione fisica alla rivoluzione digitale) introduce un approfondimento sui diversi aspetti e applicazioni dei macro-gruppi distinti in precedenza, suggerendo ai lettori un approccio che preveda un uso combinato delle differenti possibilità di acquisizione per rispondere alle molteplici esigenze legate alla ricerca archeologica.

In questa sezione si sente la mancanza di un maggiore approfondimento sul concetto di voxel, alla base dei modelli volumetrici, che arriva, invece, solo al capitolo terzo (§ 3.2.1). Nel complesso, però, il discorso risulta fluido e chiaro per un lettore con un bagaglio minimo di conoscenza sul tema.

Nel terzo capitolo, Dell'Unto e Landeschi introducono la pratica del GIS 3D per l'archeologia con una descrizione delle principali piattaforme di gestione dei dati tridimensionali.

Oltre alle piattaforme specifiche per il GIS 3D, sono annoverati il BIM (*Building Information Modelling*), che nasce e si sviluppa nell'ambito del costruito moderno ma vede un recente ben definito sviluppo per i beni culturali con uno specifico filone archeologico, e gli ambienti più legati alla modellazione per il gaming, su cui si sono basati molti importanti progetti di carattere archeologico per la capacità di connettere e visualizzare con relativa semplicità una moltitudine di dati provenienti dalle indagini archeologiche in campo e di archivio.

Peccato che in questa sezione il concetto di ArcheoBIM, di cui una recentissima review ne sistematizza teoria e pratica, pur essendo ancora ben lontani da una sua applicazione coerente e sistematica,² è poco approfondito, così come è appena accennata la possibilità di integrazione dei sistemi BIM e GIS, su cui le più grandi produttrici software stanno invece investendo (chiaramente strizzando l'occhio al mondo della progettazione delle infrastrutture).

Sempre in questo capitolo gli autori descrivono diverse soluzioni web per il GIS 3D come Maya Arch 3D o Arch 3D, presentando la piattaforma collaborativa 3D Web GIS appositamente progettata per la condivisione di dati archeologici.

Il lavoro prosegue entrando nel concreto dell'integrazione del dato 3D all'interno dell'analisi GIS. Attraverso il caso studio dello *Swedish Pompeii project* sono illustrati i primi esperimenti sviluppati per l'implementazione di GIS 3D. Preziosissime intervengono le box informative che forniscono i dettagli tecnici di alcuni passaggi fondamentali per la georeferenziazione dei modelli 3D nel GIS e per svolgere su questi alcune operazioni specifiche.

Nel quarto capitolo sono illustrate le diverse applicazioni del GIS 3D a supporto dell'archeologia in campo, attraverso il racconto di diverse esperienze/casi studio, tra cui il noto sito di Çatalhöyük, pioniera nella sperimentazione dell'applicazione digitale 3D. Anche in questo caso le box focalizzano su diverse specifiche tecniche che prevedono una conoscenza più avanzata dei sistemi software GIS.

I casi studio, di grande interesse e ben presentati, aiutano il lettore a comprendere meglio il potenziale dell'uso di tali procedure per la ricerca archeologica.

I capitoli quinto e sesto mantengono la stessa struttura del precedente, avendo come argomento centrale le applicazioni del GIS 3D su siti archeologici a rischio e le analisi di visibilità. Nel primo caso,

² Si veda S. Garagnani, A. Gaucci, P. Moscati, M. Gaiani, *ArcheoBIM. Theory, Processes and Digital Methodologies for the Lost Heritage*, Bologna 2021.

l'ambito di intervento mostra come i rilievi 3D di superficie possano offrire grande supporto alle analisi e annotazioni mirate alla manutenzione dei monumenti. Il secondo caso illustra l'introduzione di modelli 3D in analisi di tipo simulativo eseguite interamente in ambiente GIS.

Anche il capitolo sette non si discosta dallo schema precedente, trattando degli aspetti legati alle analisi volumetriche attraverso il caso studio della grotta di Stora Förvar, sulla piccola isola di Stora Karlsö, nel sud-est della Svezia, senza tralasciare gli aspetti legati all'interpretazione dei dati provenienti dalla geofisica. Nell'ottavo capitolo vengono sintetizzate le conclusioni e le prospettive future.

Dell'Unto e Landeschi analizzano in maniera puntuale i risultati ottenuti grazie alle recenti innovazioni tecnologiche (come nelle applicazioni LiDAR anche da drone o nell'evoluzione dei modelli di classificazione di apprendimento automatico, delle reti neurali e del deep learning che possono essere utilizzati per individuare e classificare le caratteristiche archeologiche) e i potenziali arricchimenti che le stesse avranno certamente in un molto prossimo futuro e che potranno vedere applicazione in sistemi GIS.

Infine, gli autori offrono affascinanti prospettive riguardo le possibilità di simulazioni avanzate che tengano conto delle percezioni umane, sfruttando le potenzialità fornite dai super calcolatori e combinando strumenti già esistenti per raccolta dei dati sensoriali.

In conclusione, il libro di Dell'Unto e Landeschi offre una panoramica completa ed esauriente dell'evoluzione tecnologica e applicativa del GIS 3D in archeologia. L'esperienza degli autori in tale ambito di ricerca è evidente nella struttura della pubblicazione e nella scelta dei casi studio esplicativi.

Come unica nota, sebbene si comprenda il distacco che gli autori hanno voluto mantenere sottolineando la differenza tra i sistemi di gestione BIM e GIS 3D, nel capitolo conclusivo auspicano nuove prospettive "It is about time we engage with new challenges in which multiple specialists are involved in archaeological projects..." che ben potrebbero adattarsi all'altissimo potenziale collaborativo, oltre che informativo, fornito dai sistemi BIM per i beni culturali e il crescente recentissimo interesse che ne vede l'applicazione per le analisi del costruito archeologico. Tali ricerche si aprono speranzose alle nuove prospettive di integrazione BIM – GIS, che fornirebbero nuovi e potentissimi strumenti di ricerca e, al contempo, di gestione e conservazione dei dati 3D.