SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E PAESAGGIO PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI CAGLIARI E LE PROVINCE DI ORISTANO E SUD SARDEGNA

31 2020

QUADERNI

Rivista di Archeologia





Quaderni 31/2020 Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna Area funzionale Patrimonio Archeologico Piazza Indipendenza 7 09124 Cagliari
Soprintendente Maura Picciau
Direzione Alessandro Usai (Direttore), Massimo Casagrande, Sabrina Cisci, Riccardo Locci, Giovanna Pietra, Chiara Pilo, Gianfranca Salis, Enrico Trudu, Maura Vargiu
Redazione Giovanna Pietra, Stefania Dore, Sebastiana Mele, Giovanna Maria Vittoria Merella, Anna Piga
In copertina Ferruccio Barreca Disegno di Michele Cara

INDICE

Robert Tykot, Ethan Goddard, David Hollander	
Il sito di Su Stampu de Giuanniccu Mèli: il contesto ambientale e deposizionale, la cultura materiale, i resti umani	1
Felicita Farci	
Materiali Monte Claro dal territorio di Maracalagonis-Ca	41
Alessandro Usai	0.5
Il primo nucleo monumentale della necropoli di Mont'e Prama	85
Elisa Pompianu	100
Sant'Antioco - Interventi nell'acropoli punico-romana. Relazione preliminare	109
Giovanna Pietra Jamais la mort n'a paru aussi muette? La Tomba con pesci, spighe ed altri fregi nella	
necropoli di Cagliari romana a Tuvixeddu	131
Anna Piga	100
Lucerne romane da Nora (scavi Pesce 1952-1954). Notizia preliminare	189
Carlo Tronchetti	212
Necropoli di età vandala a Piscinas, loc. Cungiau Sa Tutta	213
Donatella Salvi	229
Cagliari. Tombe di età romana presso piazza Repubblica	229
Gianfranca Salis, Emanuela Atzeni, Daniele Cinus, Caterina Nieddu	241
Interventi 2019-2020 nel castello di Baratuli. Notizia preliminare	<i>2</i> 4 1
Caterina Nieddu Ex Manifattura Tabacchi di Cagliari: analisi complessiva del contesto archeologico a	
seguito dell'intervento di recupero	265

NOTIZIARIO

Carlo Tronchetti, Cagliari, via Trento 48	291
Enrico Trudu, Sestu. Lavori per la realizzazione della rete del gas di città. Rinvenimenti archeologici	294
Maria Rosaria Manunza, Riccardo Locci, Quartucciu. Area archeologica di via Don Minzoni. Risultati preliminari	296
Gianfranca Salis, Nuraghe Diana - Quartu Sant'Elena	297
Gianfranca Salis, Sarroch. Interventi nel territorio comunale	300
Gianfranca Salis, Elena Romoli, Nora. Interventi nell'area archeologica. Anno 2020	302
Sabrina Cisci, Sant'Antioco. Necropoli di Is Pirixeddus. Scavi nell'area dell'anfiteatro	304
Chiara Pilo, Francesca Candilio, Tiziana Matta, Alberto Mossa, Samassi (SU). Scavo d'emergenza in via Fulgheri	305
Chiara Pilo, Elena Romoli, Dario Gaddi, Suelli (SU), nuraghe Piscu. Intervento di scavo e restauro	308
Chiara Pilo, Stefania Dore, Francesca Candilio, Roberto Deaddis, <i>Nuragus (SU)</i> . <i>Campagna di scavo archeologico al nuraghe Santu Millanu</i>	311
Francesca Candilio, Chiara Pilo, <i>Escalaplano (SU). Recupero di una sepoltura in località Sa Narba</i>	314
Stefano Montinari, Roberta Perria, Chiara Pilo, Giorgio Murru, Las Plassas (SU) – Lavori di conservazione, restauro e valorizzazione del Castello di Marmilla	317
Gianfranca Salis, Il nuraghe San Marco di Genuri. Interventi di consolidamento	320
Francesca Candilio, Maura Vargiu, Villaurbana (OR), Loc. Gireppi. Rinvenimento di una sepoltura di età romana	322
Cinzia Loi, Impianti vinari da Bortigali	324
Cinzia Loi, Antichi impianti di produzione del vino da Neoneli	325

IL SITO DI SU STAMPU DE GIUANNICCU MÈLI: IL CONTESTO AMBIENTALE E DEPOSIZIONALE, LA CULTURA MATERIALE, I RESTI UMANI

DONATELLA SALVI, PIETRO MATTA, IGNAZIO SANNA, PAOLA FENU, ROSALBA FLORIS, LUCA LAI, ROBERT TYKOT, ETHAN GODDARD, DAVID HOLLANDER

Riassunto: La situazione stratigrafica di rinvenimento dei reperti culturali e biologici nel sito di Su Stampu de Giuanniccu Mèli è descritta e inserita nel suo contesto ambientale e speleologico. La cultura materiale, che include ceramica, litica ed elementi di adorno, trova precisi confronti con la *facies* Bonnanaro del Bronzo antico, mentre l'unica datazione assoluta riporta a una fase precedente, tra Monte Claro e Campaniforme; resti sporadici, tra cui un vago in vetro, attestano frequentazioni successive, compresa l'età storica. I resti umani, in larga parte sconvolti, di almeno undici individui, consentono di ipotizzare deposizioni di diversa età e sesso e di documentare diverse patologie; l'alimentazione non includeva cibi di origine acquatica.

Parole chiave: speleologia, Età del Rame, Età del Bronzo, osteologia umana, Mediterraneo

Abstract: The stratigraphic situation in which the cultural and biotic remains of the site of Su Stampu de Giuanniccu Mèli were recovered is described within its environmental and speleologic context. Material culture, including ceramics, lithics and adornment items, finds specific parallels in the Bonnanaro aspect of the Early Bronze Age, whereas the only absolute date points to an earlier phase, between Monte Claro and Bell Beaker; isolated finds, such as a glass bead, record later frequentation, including during historic times. The human remains, largely commingled, of at least eleven individuals, allow us to infer depositions of different ages and sexes, and to record several pathologies; diet did not involve any foods of aquatic origin.

Keywords: speleology, Copper Age, Bronze Age, human osteology, Mediterranean

Introduzione

Il territorio di Villaputzu è vasto, morfologicamente vario, particolarmente ricco di testimonianze che vanno dalla preistoria al medioevo. L'ambiente naturale, e quindi le risorse che esso ha potuto offrire in passato, hanno certo condizionato i modi del popolamento: presenza di corsi d'acqua, di terreni boscosi o adatti all'agricoltura, possibilità di rapporti fra le popolazioni vicine attraverso le vie di terra o delle acque interne oppure di commercio attraverso il mare, conferiscono caratteri diversi agli insediamenti, che possono esercitare semplici economie di autoconsumo o aprirsi verso l'esterno praticando scambi vivaci. Queste considerazioni, quasi ovvie per l'età storica, lasciano più ampi margini di incertezza per i periodi precedenti, non essendo sufficientemente note le dinamiche di diffusione delle "facies" in cui viene suddivisa la preistoria sarda ed essendo ancora in gran parte inesplorata la rete dei rapporti fra le comunità.

Così la grotta naturale, denominata Su Stampu de Giuanniccu Mèli, (da qui in poi abbreviato in Su Stampu), già conosciuta e censita dagli speleologi e dagli studiosi del territorio¹, significativa per l'intrico labirintico che ne costituisce lo sviluppo, si aggiunge, con lo scavo archeologico, come nuovo tassello per

BARTOLO *et alii* 1986: 51, 56 e 72, - scheda e planimetria completa della grotta - e 60-62 per gli aspetti faunistici, anch'essi di particolare interesse. Vedi inoltre LEDDA 1989: 161-164, scheda 11 e più di recente sugli endemismi della grotta CILLO *et alii* 2019. Il nome della grotta ha alcune varianti, dovute probabilmente a variazioni fonetiche: Mèle, Mele, Melis.

la conoscenza della preistoria nel territorio alle pendici del monte di Quirra² (Fig. 1) e nella regione del Sarrabus, che appare per lo più priva di testimonianze nelle carte distributive degli insediamenti sardi dall'Eneolitico al Bronzo antico³.

Il nucleo centrale della cavità, dal quale poi si diramano i rami principali e secondari, è costituito da un ambiente irregolare, quasi in asse con l'ingresso che, piuttosto basso, si apre sul pendio del costone roccioso (Fig. 2). Intorno a questo spazio centrale si svolge una sorta di percorso anulare, aggirando lo sperone sospeso che divide la parte centrale dal corridoio di destra (Fig. 3). Di particolare interesse anche dal punto di vista naturalistico, la prosecuzione del cunicolo è modellata lungo la faglia a spioventi che crea un ambiente di grande suggestione.

Le superfici, dai colori caldi (Fig. 4), sono a tratti segnate dagli incavi semisferici che si sono formati attraverso il tempo per il movimento vorticoso dell'acqua, che alcuni millenni prima della frequentazione dell'uomo invadeva, modellandoli, gli spazi. In questo ambiente di particolare fascino alcune popolazioni preistoriche vennero a seppellire i propri morti, accompagnandoli con gli oggetti personali e di corredo ceramico. Anche se sconvolti, i contesti antichi si sono comunque conservati, protetti a tratti dalla natura stessa che, attraverso i fenomeni carsici di trasformazione del calcio dilavato, ha formato in alcuni punti lembi di concrezione compatta che hanno sigillato gli strati. Ossa umane, oggetti di ornamento, frammenti degli oggetti in ceramica sono così, ora, ritornati alla luce, raccolti con un lavoro paziente di scavo e di tentativi di interpretazione dei modi con i quali sono avvenute le trasformazioni.

I resti scheletrici in quantità diverse erano presenti su tutta la superficie, così come, pur con una maggiore concentrazione nei quadrati centrali, erano distribuiti i vaghi che componevano una o più collane. D' altra parte la situazione riscontrata all'avvio dei lavori è apparsa da subito legata a spostamenti e a dispersioni, dovute in parte a cause naturali - quali gli allagamenti legati a precipitazioni di media o grande portata che, non insolite nel territorio, alimentano un ruscello che costeggia l'entrata - in parte, forse, a eventi occasionali, quali l'ingresso nella grotta di animali selvatici o di allevamento.

Ad interventi umani più tardi, e di periodi diversi, o ad apporti occasionali non necessariamente negativi per le deposizioni, si può pensare invece per spiegare i pochi minuti resti di vetro e ceramica, oltre a una moneta di Costantino (306/337 d.C.) ed una di Vittorio Emanuele I (1802/1821). Restano comunque incerti i modi e i tempi della presenza di un certo numero di vaghi in pasta di vetro e/o in faïence ritrovati in qualche caso insieme a quelli in osso e/o conchiglia della fase più antica di deposizione⁴ (Fig. 10a). Ad interventi umani moderni, in questo caso intenzionali e consapevoli, è invece da attribuire sia la sparizione di un recipiente ceramico fotografato, affiorante dalla terra, alcuni anni fa⁵, sia il rimescolamento che fece affiorare, prima del 1989, un certo numero di frammenti ceramici⁶. Accessi sporadici sono inoltre

Lo scavo è stato condotto nel 2002 con fondi del Comune di Villaputzu, all'interno del Cantiere "Manutenzione siti archeologici 2002-2004" relativo a diversi siti archeologici del territorio. Per la Soprintendenza archeologica di Cagliari hanno partecipato ai lavori Giuseppe Dessì, assistente di scavo, Lucio Cabras, addetto alle lavorazioni, Pietro Matta, geologo e l'archeologa, allora tirocinante presso la Soprintendenza, Barbara Mura. Per il Comune di Villaputzu: Giorgio Madeddu, direttore dei lavori, Paola Fenu, tecnico archeologo, Giorgio Baldini tecnico rilevatore, Salvatore Cancedda, fotografo e gli operai Cristian Porcu, Ilaria Farci, Giancarlo Utzeri, Roberto Orrù, Luciano Nibbio. Per il Dipartimento di Scienze antropologiche Rosalba Floris. Prime notizie in SALVI 2004. I siti di Cirredis, Su Presoni e Su Stampu sono tutelati con vincolo archeologico DDR n. 59 del 21 maggio 2004 e tutta l'area che li comprende, come zona complessiva di rispetto, con DDR n. 22 del 24.01.2005.

³ Cf. ad esempio le tavole distributive dal Campaniforme al Bonnanaro in UGAS 2017: 208, 228, 234 e 246.

⁴ Si tratta di una decina di vaghi di varia tipologia, compreso uno a botticella - per cui cf. le osservazioni di Ignazio Sanna *infra* - e di un vago "a occhi" di tipologia punica. Un piccolo numero di vaghi simili è stato trovato anche nel pozzo sacro di Is Pirois (SALVI 2008), durante la stessa campagna di scavi. Osservazioni sulla presenza e sull'incertezza dell'interpretazione in contesti preistorici in MELIS 2010: 42 e 50, con confronti e ampia bibliografia per monili simili ritrovati in contesti primari o secondari dell'età del Bronzo.

⁵ Si trattava di una larga forma aperta. La foto è di Salvatore Cancedda, al quale devo la conoscenza di Su Stampu.

⁶ LEDDA 1989: 163-164.

testimoniati da alcuni nomi incisi sulla superficie interna della roccia, mentre una data scritta con la vernice presso l'ingresso (14-8-1951) ricorda che anche qui venne effettuato il trattamento insetticida che intendeva risolvere, nell'ambito del Sardinia Project, il problema della malaria con l'eliminazione diretta e radicale della zanzara anofele⁷.

Donatella Salvi

Introduzione ai fenomeni carsici

I processi morfologici che portano alla formazione di cavità naturali, "grotte", sono principalmente due:

- l'erosione di origine marina, fluviale, glaciale o eolica dove gli elementi modellanti hanno prevalentemente una natura fisica;
- fenomeni di dissoluzione di origine carsica, dove prevalgono i processi di natura chimica.

La genesi e l'evoluzione dell'ipogeo in esame è riconducibile a questi ultimi: fenomeni naturali che innescano processi chimici responsabili della corrosione di rocce solubili, quali calcari, gessi, dolomie, depositi salini che a loro volta assumono forme d'erosione caratteristiche.

Al fine di comprendere meglio questi fenomeni è opportuno descrivere, anche sinteticamente, i principi fondamentali e i principali fattori che intervengono e regolano tali processi.

La corrosione, o per meglio dire la soluzione chimica del calcare, calcite o carbonato di calcio ($CaCO_3$), avviene tramite una serie di concause che ne amplificano gli effetti. Infatti il carbonato di calcio ha, nei confronti dell'acqua pura (H_2O), un coefficiente di solubilità abbastanza basso: in un litro di H_2O si sciolgono circa 12 mg di calcite. Nelle acque naturali si trovano spesso quantità maggiori di carbonati e questo è dovuto al fatto che in queste è sempre presente una certa quantità di anidride carbonica (CO_2) in soluzione che reagendo con l' H_2O tende a formare l'acido carbonico (H_2CO_3) secondo la reazione:

 $H_2O + CO_2 \leftrightarrow H_2CO_3$ Le acque piovane, nell'attraversare l'atmosfera, acquisiscono in soluzione la CO_2 e una volta a terra infiltrandosi nel sottosuolo se ne arricchiscono ulteriormente, aumentando quindi il seppur blando effetto dell'acido carbonico (H_2CO_3). Questo reagendo con i carbonati li trasforma in carbonati doppi, con due atomi di carbonio (bicarbonati) secondo la reazione:

$$H_2CO_3 + CaCO_3 \leftrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

Questa semplice reazione chimica stravolge il comportamento fisico della roccia, infatti i bicarbonati, al contrario dei carbonati, sono facilmente solubili e sotto forma di sali disciolti vengono asportati e portati in soluzione attraverso i sistemi di circolazione sotterranea.

L'insieme delle reazioni si può schematizzare in:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \leftrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

Come tutte le reazioni chimiche ci sono alcuni parametri che ne governano l'evoluzione e nel nostro caso il comportamento più o meno aggressivo della soluzione dipenderà principalmente da:

- a) il pH o acidità;
- b) l'anidride carbonica presente;
- c) la temperatura;
- d) la durezza e il grado di saturazione della soluzione.

Una soluzione può essere sottosatura, satura e soprasatura. In una soluzione sottosatura l'acqua continuerà a sciogliere il carbonato arricchendosi di questi sali sino a diventare satura, a questo punto perderà la sua aggressività chimica nei confronti della roccia, non scioglierà più i carbonati e la reazione rimarrà in equilibrio fintanto che non varierà almeno uno dei parametri guida. In realtà, durante l'infiltrazione nel sottosuolo, le condizioni fisico-chimiche degli ambienti attraversati variano continuamente, variano quindi i parametri che influenzano la reazione; il sistema può quindi trovarsi in condizione di sottosaturazione, oppure in condizioni di saturazione o ancora in soprasaturazione. È quest'ultima una condizione dove in soluzione sono presenti troppi sali per cui il sistema si riporta in equilibrio cedendo i carbonati in eccesso con conseguente formazione delle concrezioni, tra cui quelle note ai più col nome di stalattiti

⁷ https://media.accademiaxl.it/pubblicazioni/malaria/pagine/cap4 1.htm

(dall'alto verso il basso) e stalagmiti (dal basso verso l'alto). Nel tempo possono variare le condizioni fisiche dell'ambiente in cui la grotta è inserita, basti pensare alle variazioni climatiche verificatesi nelle varie epoche geologiche. Può modificarsi il contesto morfologico: se la grotta si è formata in una zona freatica, nei pressi di un corso d'acqua, man mano che questo incide il proprio letto sui sedimenti la tavola d'acqua tende ad abbassarsi e la grotta verrà a trovarsi, col tempo, in una zona di aerazione. In questo caso potrebbe passare da una fase erosiva ad una di sedimentazione perché l'evaporazione dell'acqua porterebbe la soluzione ad essere soprasatura con conseguente deposito dei carbonati in esubero e formazione di concrezioni calcitiche, mentre nel sottosuolo, in presenza d'acqua, continua la fase erosiva (Fig. 5). Questa in genere segue, o tende ad adattarsi all'andamento della falda freatica.

L'intensità dell'erosione carsica varia anche in rapporto alla quantità, velocità, turbolenza e temperatura delle acque che vengono in contatto con i calcari. Questi parametri influenzano non solo i fenomeni chimici di dissoluzione, ma anche quelli fisici (per esempio l'erosione dovuta all'abrasione meccanica esercitata dall'acqua sulle rocce è proporzionale alla sua velocità e turbolenza). Si ha quindi un'erosione dovuta all'azione concomitante di processi diversi: di origine chimica e di natura fisica.

Nell'ambito di un rilievo costituito da rocce solubili i processi carsici interesseranno in un primo momento la superficie esterna, poi le zone di debolezza della massa rocciosa in cui l'acqua può penetrare. Tenderà così ad individuarsi un insieme di forme distribuite sia in senso verticale che orizzontale. Per questo suo "spessore verticale" il paesaggio carsico si differenzia da tutti gli altri.

Grotta Su Stampu de Giuanniccu Mèli, Villaputzu

Si è visto che i presupposti fondamentali affinché i processi carsici si instaurino sono:

- a) la presenza di rocce solubili;
- b) l'abbondanza di precipitazioni.

La grotta in oggetto si estende appunto su un basamento calcareo, mentre per quanto riguarda il secondo punto non deve trarre in inganno la corrente situazione climatica. L'attuale carenza idrica ha portato sia ad un'assenza di stillicidio dalla volta e dalle pareti della cavità che di umidità nei vari ambienti osservati, tanto da determinare quasi una fossilizzazione dello stato della grotta stessa; infatti, nel seppur breve sopralluogo, non si sono osservate concrezioni di neoformazione e le pareti erano completamente asciutte. I processi carsici danno luogo a delle forme superficiali e forme sotterranee, per ora si sono potute analizzare solo le seconde. La parte per ora esplorata è di dimensioni limitate, consta di alcune cavità suborizzontali (gallerie) che si sviluppano soprattutto seguendo antiche linee di frattura (faglie) osservabili sulla volta. Probabilmente gli effetti dei fenomeni carsici interessano più in profondità l'ammasso roccioso, ma attualmente non si può affermare con certezza a causa dei sedimenti che giacciono sul fondo dell'ipogeo. É infatti qui presente abbondante materiale di deposito. Nei pressi dell'ingresso, di fianco ad un pilastro centrale, questo materiale di deposito è frammisto a resti ossei. Il tutto è parzialmente rinsaldato da una crosta carbonatica di spessore millimetrico. Piccoli segni di crollo sono presenti nelle pareti, soprattutto dopo il primo ripiegamento a sinistra, nella parte bassa, quasi a contatto con l'attuale pavimento, alla destra del pilastro centrale. Le concrezioni carbonatiche non sono abbondanti e alcune hanno subito atti vandalici recenti. Le stalattiti hanno una grandezza massima di qualche decimetro e sono concentrate lungo le linee di frattura suddette, laddove l'acqua può penetrare e percolare lentamente. Questo fa sì che la singola goccia abbia il tempo di risentire della scarsa pressione parziale di CO₂ presente nell'atmosfera della grotta, sia costretta quindi a liberare questo gas rendendola soprasatura, con conseguente deposito di alcune molecole di CaCO3 che contribuiranno alla lenta crescita della stalattite. Il carbonato di calcio cristallizza in genere come calcite e, più raramente, come aragonite. Il tipo di cristallizzazione dipende soprattutto da alcuni parametri, quali pressione e temperatura, che guidano la reazione organizzando i vari atomi nel processo di cristallizzazione. Nella grotta in esame per ora non sono state osservate concrezioni aragonitiche. Lungo le pareti in prossimità delle fratture sulla volta e sino all'attuale piano di calpestio sono presenti croste concrezionali la cui colorazione denota la presenza in soluzione di sali diversi da quelli derivanti unicamente dalla soluzione dei carbonati. Negli strati superiori potrebbero, per esempio, essere presenti dei sedimenti che contengono ferro a diversi gradi di ossidazione. Talvolta queste concrezioni hanno raggiunto uno sviluppo tale da abbozzare un inizio di concrezione a vela (Fig. 6). Le stalagmiti sono in numero limitato e di dimensioni ridotte. In alcune nicchie o cavità più interne sono presenti piccole vaschette di grotta ormai asciutte. Queste delimitavano piccoli sbarramenti dove l'acqua ristagnava, in genere si dispongono a festoni ed in condizioni normali sono piene di acqua limpida. Predominano comunque le forme di erosione, sulla volta e sulle pareti sono presenti vani e pozzi fusiformi (cavità allungate in senso verticale, più ampie nel tratto finale ed intermedio che all'estremità superiore), in genere la loro presenza è associata ad una circolazione veloce dell'acqua. Non mancano le condotte di tipo "in pressione" (condotte o tubi freatici), la loro sezione trasversale è subcircolare o ellittica e le pareti presentano talora piccole ondulazioni date dalle "impronte di corrente" (depressioni poco profonde ed asimmetriche determinate dalla turbolenza dell'acqua). Queste condotte, come pure i pozzi fusiformi, non provengono da altre cavità o gallerie, ma sono in comunicazione con l'esterno, come appurato in un pur sommario sopralluogo presso l'ingresso alla cavità. A causa dei detriti che ricoprono il fondo non è stato possibile accertare la presenza di pozzi o inghiottitoi che rivelino la probabile presenza di altre cavità sotterranee più profonde. Un'accurata pulizia del fondo ed una più approfondita esplorazione dell'anfratto potranno fornire maggiori indicazioni a riguardo.

Pietro Matta

Lo scavo e i materiali

Lo scavo

Lo scavo archeologico è stato condotto con il metodo delle unità stratigrafiche, individuando cioè la successione degli eventi che hanno interessato la grotta sulla base della formazione dei settori rilevati, degli accumuli, delle asportazioni, delle modifiche che hanno interessato il sito. La superficie, nella quale era presente anche pietrame di piccole e medie dimensioni, con accumuli in vario modo pervenuti all'interno a causa degli agenti atmosferici o di sconvolgimenti non sempre interamente distinguibili, è stata individuata come unità stratigrafica 18. Le unità successive sono state attribuite basando la distinzione sui caratteri distinguibili di giacitura e di formazione e tenendo presente che l'andamento naturale non è omogeneo e a tratti forma un leggero pendio verso il fondo, dove il terreno diventa giallastro e argilloso. Negli strati più superficiali, presso una sorta di nicchia naturale, è stato messo in luce un cranio⁹ ed i primi vaghi di collana (Fig. 7). L'affidabilità stratigrafica è comunque per alcuni versi dubbia e non è sicuro che la formazione ritrovata coincida sempre con quella antica: eventuali manomissioni poi livellate con la stessa terra smossa sarebbero in questo caso difficilmente percepibili, considerato che le caratteristiche del terreno sono sostanzialmente simili a quelle che si colgono nei livelli intermedi, dove la terra, non disturbata, ha col tempo acquistato maggiore compattezza, e a quella che col tempo è stata ricoperta e sigillata da un consistente crostone calcareo (Fig. 8). Non si colgono differenze, inoltre, nella composizione e nella tipologia dei materiali contenuti. Appare importante, per la conferma di questa possibile interpretazione sulla formazione stratigrafica, il fatto che, in alcuni casi, i materiali ceramici o scheletrici, pur ritrovati a quote diverse dello scavo, presentano analoghe incrostazioni calcaree che possono essersi formate soltanto nel periodo in cui sono stati - insieme - direttamente esposti e che si ritrovano, a tratti, ancora aderenti alla parete¹⁰. Parzialmente coperti da incrostazioni sono anche alcuni resti di carbone, ritrovati presso il crostone centrale (Fig. 9). Ciò esclude che si tratti di focolari moderni, ma va sottolineato che i resti scheletrici e di ornamento, neanche quelli più prossimi, non mostrano segni di contatto con il fuoco¹¹.

⁸ Cf. di seguito l'elenco delle UUSS redatte da Paola Fenu.

⁹ Cf. di seguito le osservazioni in merito di Rosalba Floris.

¹⁰ LEDDA 1989: cita reperti fittili "inglobati dalle concrezioni calcaree".

¹¹ L'ipotesi del trattamento di combustione dei resti, preliminare alla deposizione in grotta, non pare al momento avvalorata dalle analisi volte a determinare il grado di calore al quale sono state sottoposte le ossa che conservano traccia di contatto con il fuoco, per quanto in alcuni casi sia risultata plausibile la pratica del fuoco all'interno dell'ipogeo: ENZO *et alii* 2007. Riti di purificazione sono ipotizzati da MELIS 2007: 281; MELIS 2017: 158 per la fase Bonnanaro delle tombe di Ittiri e più in generale del sassarese.

E' evidente, perciò, che la situazione antica, pur sconvolta, non ha subito nel tempo trasformazioni sostanziali, né nuovi apporti di materiale, se si escludono i pochi elementi citati che non sono necessariamente collegati a nuove sepolture e sono comunque limitati esclusivamente ai settori più prossimi all'ingresso e alle unità stratigrafiche di superficie.

D'altra parte, poiché i resti umani ritrovati appartengono non ad uno solo, ma a più individui di età diverse - compreso un neonato -, e che non è possibile stabilire con certezza con quale sequenza e in quale arco di tempo siano stati sepolti, si può ipotizzare, con un buon margine di verosimiglianza, che i più antichi, semplicemente adagiati sul terreno, siano stati spostati per far posto a nuove deposizioni, considerato che l'accesso alla grotta non è certo agevole e che gli spazi interni disponibili, angusti e irregolari, sarebbero stati insufficienti ad ospitare più corpi affiancati e/o sovrapposti. La collocazione soprattutto dei crani a margine dell'ambiente e in una sorta di incavo naturale sembra funzionale alla sua protezione, piuttosto che alla perdita della sua identità individuale¹². E' plausibile anche, come si è detto, che in seguito, e per un periodo piuttosto lungo dopo l'ultima fase deposizionale, il contesto non sia stato disturbato e che una parte degli scheletri, per la particolare posizione, abbia subito gli effetti dei fenomeni carsici, coprendosi appunto della tipica incrostazione calcarea, come accade nell'unica deposizione della Grotta Tanì di Carbonia¹³.

Soltanto più tardi, per cause naturali o per l'intervento degli uomini o degli animali, ossa, ceramiche e terra possono aver subito profondi o parziali sconvolgimenti. A conclusioni analoghe portano le analisi osteologiche condotte sui resti scheletrici¹⁴.

Anche la presenza di pietre, trovate sia presso il primo cranio affiorato che accumulate o disperse, può essere spiegata in vari modi, sia come copertura, poi rimossa, dei resti umani¹⁵, come era deposta, coperta solo da pietre, la più famosa Sisaia di Dorgali¹⁶, sia come appoggio dei resti stessi¹⁷ sia come delimitazioni praticate al momento delle sepolture e in parte smantellate col tempo, sia infine come resti di sbarramenti realizzati più tardi dai pastori per evitare che gli animali si muovessero liberamente nell'intrico labirintico della grotta. I rami laterali della cavità, dove si trovano le pietre di maggiori dimensioni, che non sono stati indagati dal punto di vista archeologico, potrebbero fornire ulteriori risposte ai problemi tuttora aperti: non è escluso infatti che anche qui, in settori più riparati, abbiano trovato posto altre sepolture poiché in passato vi sono stati raccolti un certo numero di frammenti ceramici¹⁸.

I materiali

I materiali raccolti comprendono un certo numero di frammenti di ceramiche d'uso e di oggetti personali e di ornamento, insieme a un grumo di minio (?)¹⁹ e a un minuscolo ciottolino emisferico verde (Fig. 10b e c).

I monili sono costituiti prevalentemente da piccoli vaghi discoidali, oltre 130, da pendenti di forma irregolarmente allungata, da elementi tubolari ricavati da sottili stalattiti, da un dente atrofico di cervo, da un grande vago discoidale e due irregolarmente schiacciati - uno di 4,5 e gli altri di 2,6 e 2 cm di diametro - in calcite, probabilmente ricavati anch'essi dalla formazione calcarea della grotta (Fig. 11). Provengono tutti dai quadrati H3, H4, H5, H6 e G6, con maggiore concentrazione nei quadrati H4 e H5.

Tale ipotesi, per quanto riferita a più antichi momenti culturali di sepoltura in *domus de janas*, è riportata in MELIS 2011: 22.

¹³ FERRARESE CERUTI 1995: 108-110.

¹⁴ Cf. di seguito le osservazioni di Rosalba Floris.

¹⁵ Cf. LILLIU 1995: 30, con confronto con la facies Polada.

¹⁶ FERRARESE CERUTI 1978: 233-234. Ipotizza invece una sorta di lapidazione simbolica nella raccolta di resti ossei ricoperti da pietre, con al colmo un cranio, MELIS 2017: 158.

¹⁷ MANUNZA 2005: 136-137 per cumuli di pietre utilizzate per sostenere e trattenere il corpo di un bambino.

¹⁸ LEDDA 1989: tav. XXXVII, attribuiti alla facies Bonnanaro A.

¹⁹ Si tratta per il momento di una ipotesi basata sull'esame visivo, per la consistenza compatta e non polverosa che ha invece l'ocra.

Se le dimensioni degli elementi maggiori ne fanno ipotizzare la posizione centrale nella collana, altrettanto significativa è la presenza del dente atrofico di cervo, rappresentato in Sardegna, fino al recente scavo di Soleminis, che ne conteneva 10, soltanto da pochi esemplari chiaramente contestualizzati²⁰.

Nella varietà degli oggetti presenti appaiono insoliti poi gli elementi, dai 2 ai 2,7 cm e 0,5 cm di diametro, ricavati dalle stalattiti - un solo caso è segnalato nella Grotta Tanì di Carbonia²¹ - ma corrispondono perfettamente agli standard conosciuti nelle sepolture campaniformi e Bonnanaro sia le piccole rondelle di dimensioni inferiori a 1 cm, percorse da leggere striature più o meno parallele, che i sottili pendenti di forma ovale allungata che sono per lo più ricavati dalle valve di conchiglie²².

Oltre ai monili, fra gli oggetti personali, sono compresi due brassards in pietra, l'uno di 12x3 cm, l'altro di 10x2 cm, con i margini lunghi incavati e quelli brevi appiattiti, accuratamente levigati e forati, con due fori a doppia V - ma di diversa profondità - per il fissaggio praticati presso il margine su ogni lato corto (Fig. 12); quello maggiore conserva la stessa incrostazione calcarea notata su resti scheletrici e ceramici. Per le loro caratteristiche sono simili agli esemplari ritrovati a Anghelu Ruju²³ di Alghero, a Corongiu Acca di Villamassargia, nella tomba XVI di Su Crucifissu Mannu di Porto Torres, a Padru Jossu di Sanluri²⁴, nella Grotta della Volpe e nella Grotta di San Lorenzo - Corongiu de Mari a Iglesias²⁵ e nella tomba di Murisiddi, Isili²⁶. Per quanto considerati elemento di protezione del polso per gli arcieri²⁷, tali da parare lo sfregamento della corda dell'arco al momento del lancio della freccia, essi appaiono frequenti se non consueti nelle sepolture di cultura campaniforme ed in numero inferiore in quelle della più antica fase Bonnanaro²⁸, che risultano prive comunque di altri elementi caratteristici di armamento, quali le frecce, tanto da lasciare aperta l'ipotesi del reale valore da attribuire, in questi contesti, all'oggetto²⁹. In

MANUNZA 1998: 74, che propone di considerare questo particolare tipo di reperto un "fossile-guida" per la *facies* Bonnanaro e MANUNZA 2005: 168, n. 50 con riferimento ai precedenti ritrovamenti e relativa bibliografia. Ben 32 canini atrofici di cervo sono però nella tomba ipogeica di Bingia 'e Monti, Gonnostramatza: MANUNZA 2003: tav. 42, per i quali l'Autore sottolinea la mancanza di dati editi sulle effettive associazioni. Studi più recenti considerano il dente atrofico di cervo elemento di continuità tra la fase campaniforme e Bonnanaro: cf. ad esempio la sintesi sugli oggetti di ornamento di PAU 2011: 784 e l'interpretazione come affermazione di venerazione per la dea della natura, richiamando "i valori aristocratici della caccia grossa", la presenza dei canini atrofici di cervo nella fase campaniforme della tomba di Padru Jossu, Sanluri: UGAS 2017: 225.

²¹ FERRARESE CERUTI 1995: 546, fig. 50 seppur di diversa forma.

²² Oltre a MANUNZA 1998, cf. RAGUCCI, USAI 1999: 148, per i vaghi a rondella e i pendagli di forma ellittica di Scaba 'e Arriu, Siddi, con confronti e bibliografia precedenti. In MANUNZA 2005: 166-175 la documentazione ed i confronti relativi agli elementi di collana provenienti dalla tomba 1 di Is Calitas.

²³ TARAMELLI 1909: tombe XIII e XVII, fig. 13 e tomba XXX, fig. 71, interpretate le prime come coti votive, la seconda come pietra da "filare".

²⁴ UGAS 1992: 201; UGAS 2017: 218 con distinzione delle varietà tipologiche.

²⁵ ATZENI 2001: 38.

²⁶ PERRA 2013: 49 e 52 n. 8.

Tale interpretazione appare la più diffusa: da ultimo PERRA 2013 per il ritrovamento del brassard di Murisiddi a contatto con il polso destro del defunto. PALUMBO 2012, in un articolo che si basa sullo studio di 65 brassards ritrovati in Italia, su 630 censiti in Europa, lo ritiene invece poco funzionale alla protezione del braccio dallo sfregamento della corda dell'arco, che doveva essere evitato grazie a un parabraccio di cuoio. A questo, ma sul lato esterno, il brassard doveva essere fissato con cuciture o con rivetti, come oggetto ornamentale o simbolico.

²⁸ UGAS 2017: 244. MANUNZA 2001 sottolinea come il brassard costituisca l'elemento di collegamento con la più antica cultura del vaso Campaniforme. Cf. anche PAU 2011.

²⁹ MANUNZA 2005: 147 e n. 64 per l'esemplare di Is Calitas di Soleminis e relativi confronti. Cf. anche FERRARESE CERUTI 1981: 359. Armi in bronzo, in numero considerevole, sono state invece trovate a Sant'Iroxi di Decimoputzu, fase recente Bonnanaro successiva a quella di Corona Moltana: UGAS 1990.

analogia agli altri contesti campaniformi e Bonnanaro, anche a Su Stampu è stata ritrovata una lesina in bronzo di circa 7 cm (Fig. 10d)³⁰.

Completano la gamma dei monili alcuni cerchielli in metallo (Fig. 10e) per i quali, come per i vaghi in vetro è difficile un'attribuzione culturale e cronologica certa.

L'ossidiana, che comunque è presente, è limitata a poche schegge prive di lavorazione.

Le ceramiche sono rappresentate, invece, da un certo numero di frammenti, talvolta anche di grandi dimensioni, appartenenti a forme aperte, di circa 20 cm di diametro, con profilo carenato o arrotondato, ritrovate per lo più nei quadrati G5 e G6. L'orlo è assottigliato, le superfici accuratamente lisciate a stecca, il colore oscilla fra le varie tonalità dal beige al bruno ed al nero. Il corpo ceramico risulta tuttavia fragile a causa di un impasto poco coeso, ricco di inclusi di varia granulometria. La cottura conferisce spesso un colore scuro all'argilla anche quando le superfici appaiono chiare. Analogo impasto e trattamento delle superfici nei pochi piedi di tripode di sagoma arrotondata o trapezoidale; la carena è a spigolo vivo, il labbro leggermente everso (Fig. 13). Non essendo stato possibile completare lo scavo della grotta estendendolo ai bracci laterali, né procedere alla ricomposizione dei frammenti ritrovati³¹, è difficile dire quanti recipienti componessero i corredi funerari presenti nella grotta: si può tuttavia pensare a un insieme tipologicamente omogeneo, ma articolato visto che i frammenti, per il diametro, per la fattura, per l'altezza della fascia che porta alla carena, appartengono certo a contenitori diversi. In assenza di profili completi, inoltre, il confronto non può che essere genericamente riportato a modelli della più antica fase Bonnanaro³².

Nell'insieme, però, gli elementi raccolti presentano come si è visto numerose possibilità di confronto con i contesti editi e ripropongono alcuni problemi tuttora rimasti aperti. Gran parte dei siti funerari citati, per i quali ci sono maggiori concordanze negli aspetti deposizionali o nella singola tipologia dei materiali ritrovati, sono stati utilizzati per un lungo arco di tempo, con sovrapposizioni culturali e temporali che vanno dal Monte Claro al Campaniforme al Bonnanaro³³; ad eccezione dei contesti omogenei di Is Calitas e Murisiddi nei quali è possibile trovare i principali punti di contatto con la cultura materiale della grotta di Villaputzu.

Non è possibile per il momento collegare la sepoltura di Su Stampu, luogo della morte, con il villaggio, luogo della vita; non è neanche possibile, di conseguenza, comprendere il rapporto di relazione, nello spazio e nell'ideologia, fra le due realtà. Le sepolture vicine ad un abitato presuppongono il ricordo e quindi la continuità affettiva fra i vivi ed i morti e possono comportare la celebrazione di riti. Le sepolture distanti o isolate possono far trasparire un valore negativo della morte e la sua rimozione. Né d'altra parte è pensabile, come sottolineò Peroni³⁴, che una grotta costituisca da sola lo spazio funerario di una comunità. Ma è anche probabile che i villaggi non corrispondessero all'esigenza della stabilità, ma avessero carattere temporaneo e strutture in materiale deperibile. I luoghi della morte potrebbero corrispondere, così, ai tempi più o meno brevi della sosta di popolazioni che si spostavano periodicamente senza lasciare segni percepibili e duraturi sul terreno, né ampi spazi destinati alle sepolture di più generazioni, come accade, invece, durante la fase preistorica che prende il nome di Monte Claro.

Tale limite, che per il momento accomuna questa alle altre sepolture collocabili fra le ultime fasi del

³⁰ MANUNZA 2005: 176-177 n. 65 per 6 lesine da Is Calitas, lunghe da 7 a 3,2 cm, e PERRA 2013: 49 e 51 n. 2 per l'esemplare di Murisiddi, Isili.

Da un primo esame visivo appare difficile che si possano ricomporre forme intere. È possibile però che parte dei frammenti provenienti dallo scavo si ricompongano con quelli raccolti e consegnati alla Soprintendenza archeologica dal signor Roberto Ledda: LEDDA 1989: 161-164; i frammenti elencati a p. 164 sono di alcuni vasi carenati e di un tripode insieme a prese (e/o piedi?) di sagome diverse.

³² Ad esempio MANUNZA 2005: nn. 15-18; PERRA 2013: 50, fig. 4.

³³ DEPALMAS, DEIANA 2011; UGAS 2017; MELIS 2011: 24 sottolinea come la lunga continuità d'uso limiti e condizioni la comprensione dei rituali funerari.

³⁴ PERONI 1996: 630-631.

Campaniforme e le più antiche Bonnanaro³⁵ scavate in passato, può giustificarsi anche con la scarsità delle indagini mirate condotte sui territori o con la labilità dei resti conservati³⁶. È certo comunque che la loro conoscenza è per il momento basata quasi esclusivamente sui resti funerari, se si eccettuano gli scavi condotti a Su Stangioni di Portoscuso e Matzeddu-Is Fogaias di Monastir³⁷ o sui materiali che individuano un insediamento a Costa Tana di Bonarcado³⁸ o ancora su quelli occasionalmente raccolti in villaggi di più lunga frequentazione, quale Bingia 'e Monti di Gonnostramatza³⁹.

Poco altro si può dire, per completare i dati di Su Stampu, sul territorio di Villaputzu che allo stato delle conoscenze appare scarsamente abitato nel corso del III millennio a.C.: nella località Monte del castello di Quirra, in prossimità di una struttura megalitica e di alcune capanne, sono stati individuati frammenti attribuiti alla cultura Monte Claro⁴⁰ e a S'Acciou, dove è segnalata anche una sepoltura ipogeica, materiali che sono stati riferiti a un insediamento delle fasi Bonnanaro recenti ⁴¹, mentre nella località Cala 'e Murta, in prossimità della spiaggia, è stato ritrovato un piccolo vaso a corpo globulare e collo leggermente everso con quattro anse ad anello, confrontabile con analoghe forme di Sant' Iroxi⁴², insieme a quattro frammenti in bronzo che si ricompongono in una sorta di bracciale (Fig. 14)⁴³. È plausibile, viste le condizioni di conservazione, la loro provenienza da un contesto funerario, tanto più se si considera il fatto che nel sito sono presenti alcune grotticelle artificiali scavate a quote diverse in un compatto affioramento di granito rosa: alcune sono ancora apprezzabili per intero, altre risultano tagliate dal cedimento naturale della roccia. Esposte e accessibili non conservano però alcuna traccia di materiali, né di deposito antico riferibile al loro uso o riuso.

Domus de janas con un lungo periodo di utilizzo, che comprende Campaniforme e Bonnanaro, si trovano infine in località Pranu Narbonis, in territorio di San Vito, non distante da Villaputzu⁴⁴.

La datazione della più antica *facies* Bonnanaro, nella sua sfumata continuità con la cultura Campaniforme, è stata stabilita dalle analisi al radiocarbonio effettuate sui materiali di Soleminis⁴⁵, che offrono due datazioni con range calibrato 2σ al 2286-1901 a.C., con buona coerenza fra i dati della cultura materiale e quelli archeometrici⁴⁶; mentre altre datazioni contemporanee non provengono da stratigrafie documentate, oppure non presentano materiali diagnostici (grotte Concali Corongiu Acca - Villamassargia, Is Janas - Seulo, Acquacadda - Nuxis), un cospicuo numero di datazioni proviene da Su Crucifissu Mannu,

³⁵ Culture che appaiono legate geneticamente MELIS 2000: 144. Cf. anche le recentissime osservazioni di MARCUS *et alii* 2020: 5-6.

³⁶ Cf. le tuttora valide osservazioni di LILLIU 1995: 30, sullo scarso grado di visibilità di queste popolazioni, delle quali non si coglie "il valore di vita e di lavoro produttivo", né "un paesaggio monumentale e umano cambiato, un modo diverso di atteggiarsi economicamente e socialmente".

³⁷ USAI 1996: 614-615.

³⁸ SANTONI 1996.

³⁹ ATZENI 1996. Sul rapporto fra i diversi momenti culturali e cronologici e sulla carenza di attestazioni abitative che chiariscano il ruolo svolto dalla *facies* Bonnanaro cf. DEPALMAS, DEIANA 2011.

⁴⁰ LEDDA 1989: 143-145.

⁴¹ LEDDA 1989: 165-170, scheda n. 12. Il sito però ha attestazioni molto più antiche di frequentazione.

⁴² Da ultimo UGAS 2017: 248-249.

⁴³ La consegna alla Soprintendenza è stata fatta dal signor Antonello Atzori. Il vaso è alto 14,6 cm, il diametro dell'orlo è di 11 cm, quello del fondo, leggermente arrotondato, di 8,5 cm. L'orlo è leggermente sbieco verso l'esterno; il corpo, globulare, sfuma nel largo e pronunciato collo cilindrico; quattro piccole anse, a sezione circolare, sono applicate sulla spalla. L'impasto è scuro e granuloso, ma la superficie, irregolarmente chiara, è accuratamente lisciata. I frammenti metallici si ricompongono in un arco ampio 7,8 cm, la sezione varia da 0,4 a 0,8 cm.

⁴⁴ CANINO 2001.

⁴⁵ Sulla cronologia MELIS 2013: 207; il complesso quadro delle diverse proposte di suddivisione e denominazione delle *facies* dall'Eneolitico al Bronzo antico è riassunto in UGAS 2017: 203-205.

⁴⁶ MANUNZA 1998: 76-77; MANUNZA 2005: 143; LAI 2008: 266.

t. XVI⁴⁷, tra le quali cinque coerenti con la *facies* ceramica Bonnanaro (range calibrato 2σ complessivo 2295-1944 a.C.), altre due probabilmente pertinenti a una precedente fase campaniforme (range 2471-2295 a.C.).

Le stesse analisi, condotte sui materiali di Su Stampu, ma per ora su un solo campione osseo, portano a risultati differenti con datazioni comprese fra il 2844-2410 a.C.⁴⁸. Questo, come più ampiamente esposto in seguito, lascia aperti numerosi quesiti sui tempi di utilizzo della grotta e, in questo caso, sulla possibile mancata coincidenza fra la datazione al momento attribuibile alla cultura materiale proveniente dallo scavo e quella offerta dalla prima analisi al C14.

Donatella Salvi

Elenco delle Unità Stratigrafiche

- **US1** Strato di accumulo superficiale costituito da terra e guano di pipistrelli misto a pietre di medie e grandi dimensioni.
- US2 Strato piuttosto spesso di terra a matrice sciolta di colore marrone scuro, leggermente umida che si estende per tutta l'area di scavo insieme a pietrame sciolto. Vi sono inglobati numerosi frammenti di calcare e diversi conglomerati originati dal percolamento dei sali di calcio che contengono, ad una analisi macroscopica, frammenti di ceramica e ossa. In una sorta di incavo contiene un cranio, una rotula parzialmente coperta da un frammento di ciotola spezzata in due frammenti e ca. 80 vaghi di collana. Nei quadrati G6, H6, I6 parti scheletriche, nel G7 un brassard e frammenti ceramici.
- US3 Conglomerato calcareo nei quadrati H5, H6, I5. Inizialmente si presentava come un unico blocco compatto dello spessore massimo di circa 60 cm, una volta cominciata l'asportazione è stato possibile individuare 3 diversi strati: US3, US4 e US5 (coperto da US1 e parzialmente da US2, si lega a US5 e copre US4). Contiene ossa, concrezionate e non concrezionate. Nel quadrato I5 contiene frammenti ceramici e il cranio 2, in G7 un secondo brassard, altri vaghi nei diversi quadrati. Sul margine nord era saldato, a tratti, alla parete della grotta.
- **US4** Sottile strato di origine naturale di terra marrone a ricca matrice calcarea e con una alta concentrazione di inclusi quarziferi, nei quadrati H5, H6 (coperto da US3 e copre US5).
- US5 Formazione carbonatica formatasi per impregnazione in seguito alla precipitazione di carbonato di calcio. Lo strato è costituito da una matrice di terra, ciottoli di piccole dimensioni, frammenti ceramici, ossa mineralizzate per l'assorbimento e l'accumulo di sali carbonatici, ed è cementato dalla concrezione calcarea. Occupa parzialmente i quadrati H5, H6 e I5. Solo la parte centrale, fra i quadrati H5 e H6, risulta fortemente coesa e dura, procedendo verso i limiti risulta invece essere meno compatta (coperto da US3 e US4 e copre US6).
- **US6** Strato sottile di terra sciolta a granulometria contenuta di colore marrone chiaro con inclusi calcarei e qualche pietra di piccole dimensioni. Posizionata parzialmente fra i quadrati H5, H6, I5 e I6 alla base di US5 (coperta da US5 e copre US7).
- US7 Strato di terra sciolta e morbida di colore marrone, con inclusi calcarei che occupa, dopo l'asportazione, quasi tutto l'ingombro di US5. Si ritiene possibile la similitudine US6=US7, l'unica differenza tra i due strati è data dalla presenza in US6 di qualche pietra di piccole dimensioni e da un colore leggermente più scuro (copre US8).
- **US8** Strato di terra marrone rossiccio, a tratti giallastra, a matrice argillosa che sembra interessare tutta l'area di scavo. Evidenziato nella camera 1, ma in gran parte da scavare. Sembra esser sigillato dalla US2 (coperto dalla US2 e dalla US7).

Paola Fenu

⁴⁷ MARCUS et alii 2020: 8.

⁴⁸ Cf. di seguito R. Floris e L. Lai et alii 2012.

Osservazioni su un vago a botticella

Caratteristiche e stato di conservazione

Il piccolo manufatto di vetro, rinvenuto nella sepoltura in grotta, in un contesto dell'età del Bronzo, è di colore bruno scuro⁴⁹ con iridescenze e riflessi brillanti e dorati. La forma a botticella del vago conserva in leggero rilievo una banda decorativa di colore bianco e celeste⁵⁰, che cinge la superficie esterna nel tratto centrale, trasversalmente all'asse longitudinale (Fig. 15.1).

L'aspetto estetico e le caratteristiche fisiche del reperto sono indubbiamente mutati durante la lunga giacitura nel suolo della grotta, a causa dei processi di alterazione e di degrado. L'analisi autoptica, eseguita con l'ausilio dello stereo microscopio, ha rivelato un livello di deterioramento molto avanzato con i chiari effetti della trasformazione del vetro, da materiale amorfo, cioè privo di cristalli, ad uno stato di avanzata devetrificazione in atto, indicata dalle evidenti iridescenze⁵¹ (Fig. 15.1-3), cristallizzazioni, microfratture ed esfoliazioni diffuse, che hanno causato la perdita pressoché totale della superficie esterna originale, in modo più marcato in prossimità dei bordi del foro passante. Ne consegue una elevata fragilità del manufatto, resa ancora più critica dalle particolari caratteristiche fisiche e chimiche del materiale, che per effetto del tipo di lavorazione risulta totalmente bolloso e non una massa vitrea compatta.

Al momento, la precaria consistenza dell'oggetto è garantita dall'intrusione terrosa derivante dal suolo di giacitura, ancora coerente e compatta, presente sia all'interno del foro passante lungo l'asse longitudinale (Fig. 15.2), che in vari tratti della superficie esterna. Per questo motivo è stata tralasciata ogni forma di pulitura meccanica e/o chimica del manufatto, onde evitare il serio rischio di polverizzarlo. Alcune parti del vago, di ridottissime dimensioni, mantengono l'aspetto quasi trasparente, da incolore a lievemente verde-acqua⁵² (Fig. 15.3), come risultato di un'imperfetta macinazione e miscelazione dei componenti nella fase di realizzazione e successivamente di fusione, un difetto frequente nei vetri antichi, prevalentemente su materiali semilavorati.

Misurazioni:

Altezza relativa all'asse longitudinale 11,6/12,00 mm; Diametro delle basi 7,00 mm; Diametro massimo al centro del corpo 9,50 mm; Diametro foro passante 3,00/3,20 mm; Spessore corpo 2,00/2,30 mm; Larghezza banda celeste/bianca 2,00 mm.

Osservazioni tecnologiche

La presenza di bolle all'interno dei vetri è considerata un difetto di fabbricazione⁵³, ed era alquanto consueta nei manufatti antichi. Le bolle sono più frequenti nei vetri pre-romani, dove risultano ben visi-

⁴⁹ La tonalità bruna scura poteva scaturire dalla riduzione della quantità di biossido di silicio (SiO₂), aggiungendo percentuali variabili d'ossido di rame unito al manganese (RUITZ 1996: 33; HARDEN 1962: 318). Tuttavia, si deve tenere presente un inscurimento del colore originale dovuto al processo di degrado in atto. Questo fenomeno è molto frequente nei vetri dell'età del Bronzo, dove il colore originale è spesso irriconoscibile con la sola analisi autoptica (HARDEN 1981: 27-28 e 31-40).

La guarnizione trasversale è ugualmente di vetro, il colore autentico era il celeste, ancora in minima parte residuo e visibile solo al microscopio, per il resto, il degrado lo ha trasformato in prodotto di corrosione bianco, pulverulento e poco coerente. La colorazione celeste si poteva ottenere con l'aggiunta di ossido di rame e di ferro (HARDEN 1962: 318).

La formazione di cristalli produce la riflessione della luce che attraversa la massa vitrea alterata, da cui le iridescenze, mentre sul vetro non alterato i raggi luminosi attraversano il materiale senza riflessioni.

⁵² È l'effetto cromatico che si otteneva con la fusione della sola sabbia silicea, senza addizione di ossidi coloranti, tranne una minima quantità di ossido di ferro già presente nella sabbia (DAINTITH 1988).

⁵³ HARDEN 1981: 28.

bili anche ad occhio nudo, attraverso il materiale traslucido o in superficie con foggia a *pitting*⁵⁴. In genere, nei vetri romani, le bolle sono quasi assenti o hanno dimensioni microscopiche, per l'ottimo livello tecnologico raggiunto dai mastri vetrai.

La formazione delle bolle è dovuta allo sviluppo di gas durante il processo di fusione, da parte di alcuni componenti della miscela vetrosa, quali il potassio e il calcio⁵⁵. Quando la temperatura del forno fusorio non raggiunge valori sufficientemente elevati⁵⁶, la minore fluidità del composto ottenuto nel crogiuolo impedisce la fuoriuscita totale dei gas, che restano così imprigionati in forma di bolle nella successiva fase di raffreddamento molto graduale.

Nel caso in esame, le bolle sono presenti in maniera diffusa, non isolate, ma raggruppate e di varie dimensioni⁵⁷, tanto che il materiale appare quasi spugnoso, dalle caratteristiche più simili alle scorie di fusione⁵⁸ piuttosto che al vetro.

La forma a botticella del vago è stata ottenuta, presumibilmente, avvolgendo una piccola porzione filiforme di vetro fuso bruno, attorno ad un'astina metallica di rame, secondo la tecnica detta appunto "avvolgimento su anima", non lasciando spazi tra i vari avvolgimenti e realizzando in tale modo una spirale fitta⁵⁹. La perdita della superficie esterna originale, per effetto del degrado, ha messo bene in evidenza la forma spiralata e la dimensione della fettuccia vetrosa⁶⁰ (Fig. 15.2, 4) che compone il manufatto, la cui larghezza media è di mm 2,70 ÷ 3,60.

La fascia decorativa celeste/bianca, osservata nelle parti residue meno degradate, presenta poche bolle di ridottissime dimensioni⁶¹. Probabilmente, in questo caso la miscela vetrosa era stata portata ad un giusto livello di miscelazione e successiva fusione dei materiali.

Considerazioni

A prima vista, tralasciando le alterazioni subite per via del degrado, si potrebbe valutare il reperto come il risultato di una realizzazione difettosa. Tuttavia, nella medesima sepoltura in cui è stato rinvenuto il manufatto in esame sono stati ritrovati numerosi altri vaghi di vetro colorato, dalle caratteristiche estetiche e

- Il termine è utilizzato di norma per descrivere fenomeni di corrosione dei metalli, in questo caso il termine *pitting* descrive bene l'aspetto alveolare che assumono le bolle non più completamente chiuse per effetto del degrado, presenti nella superficie esterna del vetro (HARDEN 1981: 28).
- L'ossido di calcio, probabilmente sotto forma di carbonato, si utilizzava come fondente, perché come gli altri ossidi alcalini abbassa la temperatura di fusione. Però il calcio aveva anche la funzione di rendere più stabile il vetro finito ed evitare che dopo il raffreddamento cristallizzasse, tuttavia una quantità eccessiva di calcio, oltre a produrre più gas durante la fusione, nel lungo periodo favorisce i processi di devetrificazione (DAINTITH 1988: 5; ALTERIO 1990: 292).
- Nella produzione del vetro non si ha una temperatura di fusione certa, un buon prodotto si può ottenere al di sopra dei 1200 °C (SILVESTRONI 1973: 648; HARDEN 1962: 316, "Ai tempi della XVIII dinastia egizia, 1500-1300 a.C. circa, non si riusciva a ottenere temperature sui 1100°C e non era quindi possibile espellere completamente le bolle gassose ..."; SILVANO 1988: 60).
- 57 Le misure dei diametri variano dagli 8-10μ, ai 100-250μ ed alcune, veramente grandi, da 1.000μ e oltre.
- 58 INGO et alii 2001: 857-859.
- Il metodo prevedeva il prelievo dal crogiuolo di una piccola porzione di vetro fuso utilizzando una stecca metallica. La massa vetrosa semifluida, nel distacco dal crogiuolo, per gravità, tendeva ad allungarsi, per cui poteva essere avvolta attorno ad un'anima metallica, probabilmente un filo di rame, tenuto e fatto ruotare con l'altra mano. A seguito del raffreddamento il filo di rame si restringeva, favorendo lo sfilamento del vago: RUIZ 1996: 33-39; SILVANO 1988: 63-68.
- Evidentemente il calo della temperatura, per l'esposizione all'aria, durante la fase d'avvolgimento, ha impedito una perfetta fusione e omogeneizzazione della porzione di pasta vetrosa utilizzata, che ha così mantenuto distinta la forma spiralata. Cf. UBERTI 1993: 13-14.
- 61 Hanno mediamente diametri di 8÷15μ e sono visibili solo al microscopio con ingrandimenti superiori ai 20x. Lo spessore di questa vetrina misura 50÷80μ.

strutturali diverse e, apparentemente, di migliore fattura. Infatti, essi presentano masse vetrose compatte, con pochissime bolle e di dimensioni molto ridotte.

La forma particolare a botticella, unica nel contesto dei vaghi recuperati nella sepoltura della grotta di Villaputzu, ed il ricorso alla decorazione già indicherebbero una ricercata distinzione dell'oggetto rispetto agli altri reperti. Per cui, anche l'apparente difetto di fusione di un vetro prevalentemente bolloso potrebbe rivelarsi un effetto voluto, in grado forse di restituire, quando nuovo, particolari riflessi e giochi di luce rispetto agli altri monili.

Per quanto riguarda il possibile inquadramento cronologico e l'indicazione della probabile area di produzione, in assenza di analisi chimiche e isotopiche del manufatto vitreo, possono essere proposte alcune considerazioni relative alla morfologia del manufatto, alla tecnica esecutiva utilizzata, ai caratteri cromofori e alla reazione ai fenomeni di degrado del materiale compositivo.

Il colore bruno scuro del vago di Su Stampu corrisponde bene ai vetri sodici di produzione orientale ad alto tenore di Magnesio (HMG)⁶², tipici dell'età del Bronzo, più centrata nella fase del Bronzo medio, ma con possibili precedenti più antichi o successivi del Bronzo recente. Anche il degrado molto avanzato della superficie esterna del vago è un fenomeno che si riscontra nei vetri HMG o HMBG di imitazione in ambito padano⁶³, diversamente da quelli più resistenti ad alcali misti (LMHK)⁶⁴ ugualmente dell'età del Bronzo o i vetri a basso tenore di Magnesio (LMG)⁶⁵, prodotti dall'età del Ferro⁶⁶. La forma a botticella e le dimensioni, nonché la banda decorativa bianca/celeste sono altri indicatori che rimandano a produzioni dell'età del Bronzo, sia orientali (vetri HMG), sia occidentali (vetri d'imitazione HMBG) del settore nord orientale dell'Italia⁶⁷. D'altro canto il vago di Su Stampu si distingue, per le caratteristiche materiali e realizzative, anche dai vaghi di vetro rinvenuti in alcuni contesti sardi, relativi alla fase avanzata del Bronzo medio e il Bronzo recente-inizio Bronzo finale: Sa Sedda 'e sa Caudela, San Cosimo, Perda 'e Accutzai, Su Fraigu. Nonostante anch'essi sembrino di possibile origine e/o provenienza egizia o della fascia costiera siro-palestinese⁶⁸, il vago di Su Stampu potrebbe avere verosimilmente una datazione più alta, fine Bronzo antico-inizio Bronzo medio.

Come si è visto la produzione vetraria è complessa dal punto di vista tecnologico, molto specialistica e soggetta ad un'evoluzione tecnica esperienziale per il continuo miglioramento del materiale e del suo utilizzo per la realizzazione di manufatti. Le "ricette" delle materie prime compositive dovevano avere un bilanciamento dei vari componenti, dove solo la silice aveva un ruolo ponderale preponderante, il resto era ripartito in micro-misure, ma in grado di fare la differenza nell'esito finale del nuovo materiale ottenuto. Per esempio, i fondenti come gli alcali avevano il ruolo di abbassare la temperatura di fusione, che per i vetri raggiunge e supera i 1200 °C, ma potevano diventare stabilizzanti del vetro ottenuto se utilizzati oltre certi limiti⁶⁹. Così pure l'insieme dei componenti cromofori, spesso presenti solo in traccia,

⁶² HMG (High Magnesium Glass) vetro ad alto contenuto di Magnesio (ANASTASSIADES, ELLIS 2008; BELLINTANI 2011).

⁶³ HMBG (High Magnesium Brown Glass) vetro Bruno ad alto tenore di Magnesio, con maggiore produzione nel settore centro orientale della Pianura Padana (BELLINTANI 2011).

⁶⁴ BELLINTANI *et alii* 2006. Vetri LMHK (Low Magnesium High Potassium) vetro a basso contenuto di Magnesio e alto contenuto di Potassio (BELLINTANI 2011).

⁶⁵ LMG (Low Magnesium Glass) vetro a basso tenore di Magnesio (BELLINTANI 2011).

⁶⁶ GARCÍA HERAS et alii 2005; DOCTER, SONNEVELD 2009.

⁶⁷ L'applicazione bianca spiraliforme o a banda circolare sul vago a botticella, stirata o levigata a caldo, è tipica dell'areale costiero siro-palestinese e egiziano, almeno fino al Bronzo recente, nel Mediterraneo occidentale appare a partire dal Bronzo finale (BELLINTANI 2011; BELLINTANI, USAI 2012; NIGHTINGALE 2018).

⁶⁸ Il settore egeo non sembra aver prodotto questa particolare forma a botticella (NIGHTINGALE 2018) mentre viaggiavano verso quest'areale i semilavorati di vetro provenienti dall'Egitto e dalla costa siro-palestinese: (BELLINTANI, USAI 2012; ANASTASSIADES, ELLIS 2008).

⁶⁹ DAINTITH 1988; ALTERIO 1990.

erano in grado di modificare il colore finale, fino ad influenzare anche la qualità del materiale vetroso. Queste preziose conoscenze venivano rigorosamente mantenute nelle zone di origine, ma non si esclude la migrazione di mastri vetrai portatori di competenza ed esperienza in altri luoghi dell'Occidente.

A proposito della esportazione di manufatti di vetro dai principali luoghi di produzione levantini, va tenuta in considerazione anche l'esportazione dei vetri semilavorati, in forma di lingotti, già dalle fasi più antiche, sicuramente tra il XV e XIV secolo a.C., come attestato nel famoso relitto di Uluburun, situato vicino alla costa meridionale turca⁷⁰. La veicolazione del materiale grezzo indica una presenza nei mercati d'arrivo di mastri vetrai capaci di rifondere e realizzare manufatti vitrei, di proprio gusto o spesso emulanti le forme orientali, come è il caso dei vaghi a botticella. La realizzazione fuori dalle zone di origine portò anche a rivisitazioni del sistema produttivo con varianti nella scelta e nella composizione dei materiali, ricorrendo in vari casi anche a materie prime locali. In questi casi, come avvenne ad esempio in ambito egeo o nella produzione occidentale nord adriatica-prealpina con i vetri HMBG e LMHK⁷¹, lo studio archeologico e tecnologico può ricevere un contributo importante dalle analisi chimiche e isotopiche per la caratterizzazione composizionale del materiale e l'identificazione del luogo di produzione⁷².

Ignazio Sanna

I resti umani

Prima di presentare i risultati dello studio osteoarcheologico dei resti umani rinvenuti nella grotticella denominata Su Stampu de Giuanniccu Mèli è necessario fare delle premesse: la grotticella è stata scavata solo parzialmente; i resti umani studiati rappresentano una parte di quelli rinvenuti; gli studi condotti non sono esaustivi. Tutti questi fattori contribuiscono a farci considerare i risultati degli studi sino ad ora condotti come una piccola finestra sulla storia dell'antica popolazione alla quale i resti si riferiscono.

Dobbiamo infatti ipotizzare che in futuro potranno essere ritrovati altri resti nei cunicoli non ancora indagati e che una parte dei resti possa essere stata dispersa negli anni precedenti l'inizio della campagna di scavo scientificamente condotta; inoltre una parte di resti è ancora inglobata in alcune porzioni di breccia che sono state conservate integre al fine di condurre ulteriori studi stratigrafici. Esiste poi un gran numero di esami di carattere somatometrico, chimico, fisico e altro ancora ai quali sarà possibile sottoporre le ossa per avere ulteriori informazioni. Tutti i reperti umani non inglobati sono stati ripuliti e studiati e si è ricercata l'eventuale continuità con frammenti ancora inglobati. In alcuni casi, come per l'ulna e il radio in connessione (Fig. 19.1-2), si è ritenuto opportuno non rimuovere le concrezioni che hanno reso possibile identificare una deposizione primaria.

Lo studio è stato condotto secondo i metodi classici dell'osteoarcheologia umana⁷³ tendenti a determinare il numero minimo di individui (N.M.I.) presenti nel sito, la composizione del gruppo per sesso e per età, le caratteristiche somatometriche degli individui, gli indicatori bio attitudinali e di patologie.

Sono stati analizzati prevalentemente i caratteri morfologici dei reperti e nessuna informazione si è ricavata sulla statura degli individui per possibili confronti con dati in letteratura⁷⁴.

La presenza di resti scheletrici umani nella piccola grotta naturale era stata segnalata da molto tempo, e nel corso degli anni furono asportati certamente molti frammenti. In data 5 giugno 2002 ho effettuato il primo intervento, partecipando io stessa allo scavo e prendendo successivamente in consegna le ossa umane recuperate nel sito. I reperti sono stati poi marcati con la sigla VLPZ SSGM seguita dall'indicazione del quadrato in cui sono stati ritrovati. Ciò consente di risalire alla "dispersione" subita dai pezzi delle singole ossa o dagli individui.

Il primo ad essere recuperato è stato il cranio C1 dell'US2 (Fig. 1 e Fig. 16.1 e 3). Dal suo esame è stato

⁷⁰ ANASTASSIADES, ELLIS 2008.

⁷¹ BELLINTANI et alii 2006: 1525.

⁷² BELLINTANI 2011.

⁷³ BASS 1995; BORGOGNINI TARLI, PACCIANI 1993; MALLEGNI, RUBINI 1994; WHITHE 2000; DUDAY 2006.

⁷⁴ FLORIS *et alii* 2012.

possibile dedurre molte informazioni: esso poggiava sulla base, ma poiché essa era ricoperta da uno spesso strato di concrezioni la posizione originaria non era quella. Il cranio manca di gran parte della volta e della regione occipitale. Come spesso accade, il fatto che il reperto scheletrico sia rotto consente ulteriori osservazioni: il cranio è rivestito da tre strati distinti di concrezioni calcaree e ciò dovrebbe indicare tre periodi di "attività" di deposizione. A conferma del fatto che ci furono ripetuti rimaneggiamenti e spostamenti dei resti nel corso dei secoli, la calotta del cranio 1 è stata ritrovata in frammenti nel quadrato G7 dell'US3 (Fig. 16.2). Il parietale sinistro è quasi privo di concrezioni e ciò indica che in origine il cranio doveva poggiare proprio su di esso. I resti sono attribuibili ad un maschio adulto.

Oltre al cranio 1, nel quadrato H7, è stato rinvenuto il cranio di un altro maschio adulto. Esso si trova in gran parte ancora inglobato in un blocco costituito da un crostone calcareo, da terra e da frammenti fittili (Fig. 16.4).

La presenza di due adulti, di cui uno più anziano, è testimoniata anche da due frammenti di mandibola (Fig. 17.1). È verosimile che possano essere attribuite ai due crani descritti in precedenza, ma per il momento non è possibile stabilirlo con esattezza.

Il complesso dei materiali ritrovati proviene da 6 unità stratigrafiche, per le quali vengono riportati i quadrati interessati:

```
•US2-Q: F4, G6, H3, H4, H5, I4;
```

- •US3-Q: G5, G7, H5, H6, H7, I5, I6;
- •US4-Q: H5;
- •US5-Q: H4;
- •US8-Q: H5, H6, H7;
- •US9-Q: H4.

Si tratta di un totale di 673 reperti ossei e 192 denti isolati, diversamente distribuiti nelle unità stratigrafiche. Nei vari quadrati sono stati ritrovati frammenti di ossa umane attribuibili sia a individui adulti che a sub-adulti (bambini o adolescenti)⁷⁵. Sono presenti anche ossa piccole, come denti isolati sia di adulto che di bambino (gemme) (Fig. 17.2), e falangi di mano e di piede (Fig. 18). Ciò lascia supporre che i resti, benché rimaneggiati e dispersi, possano riferirsi a deposizioni primarie. Sono presenti anche ossa di animali.

Anche lo stato di conservazione dei reperti è differente: nelle unità stratigrafiche più superficiali i resti si presentano abbondantemente ricoperti di concrezioni di calcare, in alcuni casi pluristratificate (vedi cranio 1), mentre nelle unità stratigrafiche più profonde le ossa sono più pulite, talvolta completamente prive di concrezioni. Da questi fatti si può dedurre che la grotta, di tipo carsico, nel corso di migliaia di anni è stata oggetto di fasi differenti di carsismo. In particolare, ha avuto una o più fasi di allagamento durante le quali le ossa più superficiali sono state ricoperte da "gusci" di calcare uniformemente distribuito (Fig. 16), come una patina.

Le ossa hanno sicuramente subito spostamenti all'interno della grotta, sia per l'azione dell'acqua che per l'intervento di animali e dell'uomo; esse sono in ogni caso molto mineralizzate e risultano quindi compatte, pesanti e resistenti. Molte ossa, soprattutto quelle di grandi dimensioni, sono frammentarie e portano i segni di fratture antiche e ciò indica che le sepolture della grotticella sono state rimaneggiate in epoca antica.

È stato necessario un lungo e attento lavoro di pulizia e di restauro prima di procedere allo studio e in alcuni casi si è scelto di non rimuovere le concrezioni calcaree per non inficiare una futura ricerca basata proprio sullo spessore e la composizione delle concrezioni stesse. Solo per una mandibola ho ritenuto opportuno rimuovere le concrezioni con l'utilizzo di un micromotore e frese speciali.

I reperti siglati sono 355, solo una parte dei reperti studiati, poiché in molti casi la superficie non era idonea per essere marcata (318), o si trattava di piccoli frammenti. Nell'affrontare lo studio dei reperti, idoneamente preparati e restaurati, mi sono posta fondamentalmente due quesiti: a) ci sono sufficienti elementi per stabilire se si tratta di inumazioni primarie o secondarie? b) a quanti individui appartengono

⁷⁵ SCHEUER, BLACK 2000.

i resti studiati e quali sono le loro caratteristiche? Il primo quesito è particolarmente interessante perché era opinione abbastanza diffusa⁷⁶ che in epoca preistorica si usasse deporre nelle sepolture le ossa di corpi che erano stati lasciati scheletrizzare all'aperto, esposti agli agenti biologici e atmosferici (animali necrofagi, sole, acqua...). In questo caso si tratterebbe di sepolture secondarie e non si dovrebbero ritrovare ossa in connessione a meno che non si ammetta che venissero inumati corpi parzialmente scheletrizzati. Inoltre, non si dovrebbero ritrovare le piccole ossa, come le falangi delle mani e dei piedi, le cui articolazioni sono particolarmente labili.

In altre esperienze in contesti simili ho avuto invece modo di notare la presenza abbondante di piccole ossa⁷⁷.

Anche nel nostro campione le piccole ossa sono particolarmente abbondanti (il 16% dei reperti è costituito da ossa della mano, il 12 % da ossa del piede: (cf. Fig. 18) e questo fa supporre che la scheletrizzazione sia avvenuta nella grotta, luogo di inumazione. Inoltre, il paziente lavoro di restauro ha permesso di ricostruire un radio ed un'ulna incompleti ma ancora tra loro connessi grazie alle concrezioni calcaree (Fig. 19.1 e 2) che li hanno "cementati" insieme. Abbiamo quindi una prova certa che, almeno in un caso, un avambraccio era in connessione.

Per quanto riguarda la composizione del gruppo degli inumati è stato possibile identificare, per il momento, la presenza di almeno sette individui adulti e quattro bambini. Gli adulti erano due giovani di circa 20 anni, una donna di 25-30 anni e due individui di 45-50 anni, uno dei quali maschio. I bambini invece erano tutti piccoli: uno aveva circa un mese e mezzo, uno quasi un anno, uno circa cinque anni e l'ultimo circa 10 anni. La loro presenza è testimoniata fondamentalmente da quattro frammenti di omeri (Fig. 19.3).

Riassumendo, il numero minimo degli individui adulti si è ottenuto sommando i quattro emimascellari inferiori destri con il mascellare inferiore completo (Fig. 17.1-3). La presenza degli ulteriori due individui (per raggiungere il totale di 7 adulti) si è ottenuta dai denti incisivi isolati.

I denti costituiscono ben il 32% del nostro campione (Fig. 20). L'abbondanza dei denti nei ritrovamenti archeologici è frequente e logica: i denti sono molto resistenti e le loro piccole dimensioni li rendono meno "vulnerabili" (alle pressioni, agli attacchi degli animali, alla frizione contro il terreno stesso). A questo proposito ricordo che la maggior parte dei reperti paleontologici umani, e di mammiferi in genere, è rappresentata da denti⁷⁸.

È interessante notare che numerosi denti presentano carie (Fig. 21.1) e questo fatto si può giustificare con la scarsa igiene orale abbinata con il notevole logorio dello smalto per la masticazione di cibi coriacei. A ciò si aggiunge che anche in epoche antiche si consumavano cibi dolci, rappresentati principalmente da miele e frutta zuccherina come i fichi.

Alcuni individui del nostro campione erano afflitti da patologie⁷⁹ che colpivano fondamentalmente la colonna vertebrale: sono state infatti ritrovate numerose vertebre con lesioni di tipo artrosico e tracce di ernie intraspongiose. Tra le patologie riscontrate ce ne sono anche a carico delle rotule e delle altre ossa delle gambe (Fig. 21.2-4).

In ultima analisi, possiamo dire che la grotticella in esame ha accolto in epoca preistorica le sepolture, almeno in alcuni casi primarie, di numerosi individui, che al momento sono quantificabili in almeno 11 individui di differenti età e di entrambi i sessi. Dalle caratteristiche delle ossa possiamo dedurre che gli adulti erano di struttura robusta e si dedicavano ad attività che comportavano forza manuale e sollecitazioni notevoli a carico della colonna vertebrale. Erano afflitti da malattie come la carie dentaria e l'artrosi, ed è presente un caso di miosite ossificante sulla faccia posteriore di un femore (Fig. 21.4), riconducibile probabilmente allo strappo di un muscolo della coscia.

Rosalba Floris

⁷⁶ MAXIA 1961; MAXIA 1963.

⁷⁷ FIGUEIREDO et alii 2012.

⁷⁸ MALLEGNI 2003.

⁷⁹ ORTNER, PUTSCHAR 1981; AUFDERHEIDE, CONRAD 1998.

Isotopi stabili e radioattivi: ecologia e datazione assoluta Premessa

Il sito di Su Stampu 'e Giuanniccu Mèli presenta pesanti problemi di attribuzione culturale. Infatti, come risulta dalla descrizione dei depositi archeologici rinvenuti e documentati, i resti umani furono trovati in una grotta, apparentemente sconvolta da manomissioni e dalla presenza di animali, e sicuramente invasa dall'acqua per lunghi periodi. Come già presentato nelle sezioni del presente lavoro dedicate ai dettagli relativi allo scavo e al sito stesso, la prima provvisoria identificazione del contesto era legata al rinvenimento di materiali ceramici, la cui tipologia riporta all'età del Bronzo antico nel suo aspetto sardo, ovvero la cosiddetta cultura archeologica di Bonnanaro A, da altri definita semplicemente Bonnanaro in contrapposizione alla fase di Sa Turricula, come il primo termine è usato in opposizione a Bonnanaro B. Tale tradizione di cultura materiale costituisce una variante di uno stile ceramico di diffusione tirrenica e padana, parallelo alla cultura di Polada, e si data ai secoli dal XXIII al XX a.C. circa.

In realtà, le analisi al radiocarbonio di un campione osseo, effettuate presso l'Università di Lecce per il Dipartimento di Biologia Sperimentale dell'Università di Cagliari, sezione Antropologia, hanno invece restituito una datazione più alta, che si aggira tra il XXVI e il XXV sec. a.C. (Tab. 1). Sulla base della calibrazione di quest'unica datazione, il reperto è collocabile con una probabilità del 95.4% nella forbice 2844-2410 a.C.. In base alla cronologia già nota e alcuni dati inediti, si può affermare che in tale periodo le tradizioni di cultura materiale presenti in Sardegna erano quella Filigosa (o Filigosa-Abealzu) e quella Monte Claro, con una minore probabilità anche per la Campaniforme. Considerando che il tipo di sepoltura più frequente per la prima era quello in grotticelle artificiali scavate nella roccia (domus de janas), con più rari rinvenimenti in grotte naturali, mentre i resti Monte Claro e campaniformi si trovano spesso in grotte naturali laddove esse erano disponibili, possiamo propendere per una possibile appartenenza del campione datato (n. 267) a una di queste ultime fasi. Questo è supportato dalla riscontrata presenza di carie (vedi supra Rosalba Floris sui resti umani) di contro all'usura, pur in assenza di dati quantitativi: infatti, nel complesso la carie è osservata con maggior frequenza nell'età del Rame mentre diminuisce nell'età del Bronzo in modo inversamente proporzionale all'usura dentaria, come confermato dall'unico studio sistematico con materiale sia campaniforme che del Bronzo Antico⁸⁰; inoltre, rafforza l'attribuzione al Monte Claro anche la maggiore probabilità che la datazione 14C cada nell'ultima parte del periodo: 2674-2455 a.C. (vedi Tab. 1).

Come sottolineato sopra, tuttavia, la situazione sconvolta dei resti non garantisce che tutti i resti umani debbano necessariamente riferirsi a quest'unica datazione. Ciò significa che i resti scheletrici di altri individui potrebbero risalire ad altre età, e questo potrà essere appurato soltanto con ulteriori datazioni mirate su altri individui e da diverse unità stratigrafiche. Il fatto di considerare l'intero gruppo di resti umani come un'unità è perciò da considerarsi temporaneo, in attesa di successive datazioni che potranno modificare o confermare l'unica disponibile.

La dieta

Lo studio della dieta degli individui sepolti a Su Stampu fa parte di un ampio progetto, che intendeva documentare la variazione alimentare e climatica nella Sardegna preistorica e capire l'interazione tra fattori culturali e naturali nell'evoluzione di questi aspetti; di conseguenza, i dati ottenuti sono paragonabili con quelli pertinenti ad altri gruppi umani preistorici⁸¹. I risultati presentati qui sono il frutto di una ricerca che ha avuto due componenti fondamentali: la biochimica e l'integrazione multidisciplinare di informazioni di diverso tipo. La biochimica ha consentito di fornire un elemento in più rispetto alle conoscenze già acquisite in decenni di ricerca archeologica in Sardegna, quello quantitativo, laddove la maggior parte delle informazioni che si possono ottenere comunemente con l'archeologia tradizionale sono qualitative, ovvero informano sulla qualità delle risorse alimentari, piuttosto che sulla quantità effettivamente consu-

⁸⁰ FLORIS et alii 2012.

LAI 2008. Lo studio è stato realizzato, oltre che da contributi di enti locali, da un finanziamento della U.S. National Science Foundation: Doctoral Dissertation Improvement Grant BCS-0612858, che si coglie occasione per ringraziare.

mata. Le specie vegetali e animali utilizzate nell'età del Rame e Bronzo Antico, periodo in cui si dovrebbe collocare il gruppo umano di Su Stampu, sono in gran parte note, anche se la conoscenza di diverse aree in diversi periodi rimane frammentaria⁸². Sin dai millenni precedenti al III a.C. l'agricoltura si basava su grano, orzo, fave, piselli, lenticchie, ceci, e l'allevamento del bestiame sugli stessi animali ancora fondamentali al giorno d'oggi: la vacca, il maiale, la pecora, la capra, più il cane che però generalmente non costituiva un cibo. Gli uccelli domestici quali polli e anatre non erano ancora stati introdotti, né lo saranno per diversi secoli. La fauna selvatica era gravemente impoverita rispetto all'Europa continentale sia dall'insularità che dall'azione umana: nessun mammifero di grande taglia era ormai presente all'infuori delle popolazioni ferali originatesi da quelle domestiche importate dall'uomo (cinghiali, mufloni), e quelli di piccola taglia, come il prolago, erano in diminuzione. Il cervo sembra essere stato importato già nel Neolitico, anche se è attestato con sicurezza dall'età del Rame, e diviene frequente soltanto dall'età del Bronzo recente e soprattutto del Ferro.

L'aspetto non affrontabile tramite analisi botaniche e faunistiche, tuttavia, rimane quello che la frequenza di specie e resti non può essere automaticamente intesa come frequenza di consumo. Questo può essere considerato più probabile in siti d'abitazione, ma meno nel caso di grotte e tombe; in ogni caso, la quantità di resti animali e vegetali è condizionata da numerose variabili imprevedibili, quali la pratica di ripulire gli ambienti e l'uso per motivi diversi da quello alimentare. Perciò, tali resti forniscono essenzialmente una lista dei prodotti effettivamente utilizzati (anche se non sempre come cibo), e qualche indicazione sulla loro importanza relativa. Inoltre, le indicazioni fornite dai resti vegetali e animali sono di natura collettiva, poiché provengono dai resti di uso che possono essere attribuiti a tutti gli individui che hanno vissuto o hanno utilizzato lo spazio circostante. Le analisi degli isotopi stabili, derivando dal posto di ciascun individuo nella catena alimentare, e la lenta sostituzione fisiologica dei tessuti ossei riflettono la dieta media di diversi anni per ogni dato individuo campionato. Aprono quindi la strada alla comprensione dell'alimentazione reale, quotidiana di un gruppo, e anche alla variabilità tra individui, tra classi di età, tra sessi o gender, categorie patologiche, etniche, economiche, sociali.

Cenni di metodo

Gli isotopi di un elemento sono atomi che presentano lo stesso numero atomico (protoni ed elettroni) ma un diverso numero di neutroni, ovvero una diversa massa. La quantità di atomi di un elemento di una certa massa, divisa per quella di atomi dello stesso elemento ma di una massa diversa, costituisce il rapporto isotopico tra i due. Ogni materiale organico, e perciò anche il cibo che ingeriamo, possiede una determinata caratterizzazione isotopica e questa caratterizzazione si trasmette nei tessuti corporei formati con le sostanze ingerite, secondo schemi prevedibili. Questo è il concetto espresso in breve nella frase 'siamo ciò che mangiamo'. I tessuti ossei umani vengono sostituiti e rimodellati dall'organismo a ritmi tali da essere totalmente rinnovati nel giro di numerosi anni. Perciò, la loro caratterizzazione isotopica corrisponde a quella degli alimenti ingeriti per diversi anni precedenti alla morte⁸³.

Gli isotopi più indicativi misurabili nel collagene, che è la parte organica, viva, dell'osso, sono quelli del carbonio (indicati con δ^{13} C, che esprime la differenza da valori standard) e dell'azoto (δ^{15} N, che esprime ugualmente la differenza da un valore convenzionale). Dell'apatite, che è un carbonato, quindi minerale, viene misurato invece soltanto il δ^{13} C e il δ^{18} O. Le proteine della dieta costituiscono maggiormente il collagene, mentre i tre macronutrienti, ovvero proteine, grassi, e carboidrati, contribuiscono alla caratterizzazione isotopica del δ^{13} C dell'apatite⁸⁴. Il δ^{15} N consente di identificare meglio la differenza di livello

⁸² Sintesi sui resti animali in WILKENS 2012, sui resti vegetali in UCCHESU *et alii* 2018, per l'età del Rame, e UCCHESU *et alii* 2014 per l'età del Bronzo.

⁸³ Uno studio recente si è occupato della quantificazione della rapidità con cui il collagene viene rigenerato, e perciò di quale periodo della vita esso riflette la dieta: HEDGES *et alii* 2007.

⁸⁴ Il modello che descrive questa ripartizione preferenziale, già dimostrata da tempo (AMBROSE, NORR 1993) e confermato successivamente (JIM *et alii* 2004).

nella catena alimentare, ovvero la quantità di proteine di origine animale, ed è disponibile soltanto per il collagene. Il δ^{13} C del collagene permette di identificare una presenza importante di cibi marittimi nella dieta, mentre non è molto utile nella distinzione tra cibi vegetali e animali, che è un punto fondamentale nella comprensione delle economie preistoriche mediterranee. A questo proposito, l'apatite è più importante, e particolarmente la differenza tra δ^{13} C del collagene e δ^{13} C dell'apatite. Infatti, questa distanza è stata messa in relazione alla quantità di prodotti animali, a causa della caratterizzazione isotopica distinta dei grassi. Per quanto riguarda gli isotopi stabili dell'ossigeno (16O e 18O) dei tessuti ossei, essi derivano per la maggior parte dall'acqua che ingeriamo: 'siamo ciò che beviamo'. Il loro rapporto isotopico nell'acqua (indicato con il simbolo δ^{18} O che va letto in modo parallelo a δ^{13} C e a δ^{15} N, come differenza da un valore standard) deriva in buona parte dall'acqua meteorica, e questi a loro volta sono correlati a diversi fattori climatici, e costituiscono così un indizio prezioso delle condizioni climatiche nel tempo in cui gli individui vivevano, o della loro eventuale residenza in luoghi diversi dal gruppo, e/o dalla località di sepoltura⁸⁵. I due valori del collagene (¹³C e ¹⁵N) sono usualmente riportati in un grafico a due coordinate, che consente di identificare visualmente i cluster di individui in relazione alla loro dieta; questa si può dedurre in base a valori di riferimento basati sulle potenziali fonti di alimentazione. I valori numerici sono espressi come δ, ovvero differenza, dei rapporti ¹³C/¹²C e ¹⁵N/¹⁴N dai medesimi rapporti in materiali standard, espressa in parti per mille: ciò semplifica il loro uso e comprensione, poiché le quantità assolute di ¹³C e ¹⁵N sono estremamente piccole⁸⁶. Anche la differenza (spacing) tra il δ^{13} C del collagene e quello dell'apatite si può plottare con il δ^{15} N del collagene, e poiché entrambi tendono ad essere dipendenti dal consumo di prodotti animali, i due valori dovrebbero tendere a disporsi in una linea retta. I valori di δ^{18} O, invece, sono sostanzialmente autonomi dalla dieta solida, e sono rappresentati insieme ad altri valori soltanto per comodità o per una resa visuale migliore di determinati fenomeni. Concretamente, le analisi si dividono in una parte preparatoria e in analisi vere e proprie nello spettrometro di massa. La preparazione⁸⁷ implica diverse procedure volte alla pulizia profonda dell'osso, alla separazione delle due componenti utili (collagene e apatite) e alla riduzione al campione che viene effettivamente inserito nello spettrometro. Per eliminare il minerale, nel caso del collagene, si utilizzano diversi bagni in soluzioni di acido cloridrico, idrossido di sodio e una mistura sgrassante di metanolo e cloroformio; viceversa, per eliminare il collagene, nel caso dell'apatite, si usa l'ipoclorito di sodio (varechina comune) per rimuovere la componente organica, e una soluzione di acido acetico molto diluito per eliminare il carbonato non originale. L'apatite si ottiene con questo procedimento dalla polvere d'osso, che si asporta dal medesimo campione da cui si estrae il collagene. Una quantità di campione è poi analizzata con spettrometria di massa in diversi replicati, la cui media costituisce il valore misurato⁸⁸.

Risultati e discussione

Tutti i risultati dei nove individui di Su Stampu campionati sono riportati in Tab. 2. La conservazione del collagene è risultata molto scarsa quantitativamente, anche se con ampia variabilità nel pur piccolo campione (media: $3.19\% \pm 4.47$, con range tra 0.00% e 11.48%); ben tre campioni su nove non hanno restituito collagene in quantità sufficiente per procedere con le analisi; inoltre, dei sei restanti campioni, altri due hanno mostrato in sede di analisi un rapporto C:N al di sotto dei valori associati a collagene non alterato. Quindi, in totale soltanto quattro campioni hanno prodotto risultati affidabili per una lettura in

Vi sono diversi lavori sui principi generali che sottendono all'utilizzo degli isotopi dell'ossigeno (KOHN 1996; KOHN, CERLING 2002).

⁸⁶ Per il linguaggio di base della scienza degli isotopi stabili vedi SHARP 2007.

⁸⁷ La preparazione dei campioni è descritta in dettaglio altrove (TYKOT 2004; LAI 2008).

⁸⁸ Il collagene è stato analizzato presso il Paleolab, Dept. of Marine Biology, University of South Florida, Tampa, FL, St. Petersburg campus, con un analizzatore Carlo-Erba 2500 Series II CHN, accoppiato a uno spettrometro di massa per isotopi stabili ThermoFinnigan Delta+XL (precisione $2\sigma \pm 0.3\%$ per δ^{15} N, $\pm 0.2\%$ per δ^{13} C). L'apatite è stata analizzata con uno spettrometro di massa ThermoFinnigan Delta+XL, in configurazione a doppio ingresso (precisione $2\sigma \pm 0.04\%$ per δ^{13} C; $\pm 0.06\%$ per δ^{18} O).

chiave paleoecologica. Considerando che tre di essi provengono da individui subadulti, quasi nulla rimane su cui poter ricostruire la dieta del gruppo in età adulta.

Le rese dell'apatite non hanno mostrato valori differenti rispetto a quelli riscontrati per l'intero progetto: media $63.53\% \pm 6.26$, con range tra 53.45% e 70.05%. Una chiara correlazione appare tuttavia tra resa del collagene e valori δ^{18} O: tutti i campioni con rese minori del 2% mostrano δ^{18} O maggiori di 3.2%, con un valore p = 0.03 e R = 0.71. Questo è un elemento che fa sospettare una possibile alterazione dei rapporti isotopici nei campioni il cui collagene è degradato o assente, per cui anche i valori dell'apatite per tali campioni non possono essere considerati per ricostruzioni paleoecologiche e paleoclimatiche. Per quanto riguarda la possibilità di contaminazione *in situ*, d'altro canto, i valori di δ^{18} O sembrano riflettere le differenze di età: quelli dei due maschi (fr. 303 e fr. 269) risultano visibilmente più negativi degli altri; i valori dei subadulti (tranne uno) risultano meno negativi di quelli degli adulti. Quindi, fattori fisiologici alla base di tale variazione possono avere lasciato una traccia isotopica ancora osservabile.

Fatta questa premessa, si può fare una lettura degli scarsi risultati rimanenti. È chiaro che non ha senso considerare una media del gruppo, dato che essa metterebbe insieme individui di età molto varie, tra cui un solo adulto, quindi non avrebbe alcun valore comparativo con gruppi umani i cui valori riflettono la dieta media di diversi anni degli adulti del gruppo.

Riguardo ai valori del collagene (Fig. 22.1 - A, B), quelli dell'unico individuo adulto per il quale sono affidabili (#39), una probabile donna di oltre 45 anni, sono compatibili con quelli già registrati in altri gruppi umani preistorici sardi: a fronte di medie per l'età Monte Claro, Campaniforme e Bonnanaro rispettivamente di -19.3, -19.1 e -19.3‰ per il $\delta^{13}C_{coll}$ e di 9.9, 10.7 e 10.1‰ per il $\delta^{15}N^{89}$, l'individuo di Su Stampu presenta $\delta^{13}C_{coll}$ = -20.1‰ e $\delta^{15}N$ = 9.6. Valori nel range riscontrato, che collocano l'individuo in un ecosistema chiaramente fondato sulle piante C3; i valori sono leggermente più impoveriti della media, cosa che a parità di ecosistema di base, significherebbe una dieta forse meno ricca di proteine di origine animale. Certo non c'è alcuna traccia percettibile di cibi di origine acquatica, nonostante la relativa prossimità del mare e anche delle probabili lagune e acque salmastre della foce del Rio Quirra. Non c'è neppure il minimo indizio della presenza di cibi vegetali derivati da piante C4, come il miglio. Per quanto riguarda i valori dell'apatite, $\delta^{18}O_{apat}$ = -3.2‰ si allinea soprattutto con i valori riscontrati in contesti campaniformi (Padru Jossu e Bingia 'e Monti: media -3.3‰), mentre i valori medi di età Monte Claro e Bonnanaro tendono ad essere più impoveriti.

Riguardo ai tre subadulti, i due bambini morti sotto l'anno di età (fr. #311 e fr. #210) hanno come previsto valori di δ^{15} N arricchiti, indicanti un livello trofico più alto, in quanto presumibilmente si sono nutriti di latte materno (questo li colloca in un gradino più in alto degli adulti nella catena alimentare), mentre la differenza in δ^{13} C_{apat} rimane di dubbia interpretazione, ma potrebbe attribuirsi a fenomeni complessi legati alla crescita e al *turnover* del tessuto osseo. L'individuo di cinque anni d'età invece ha valori simili a quelli dell'età adulta, senza mostrare il leggero impoverimento, di non oltre 1‰, che è stato documentato nel secondo decennio di vita in altri studi⁹⁰. Va tuttavia ribadito ancora che sembra probabile che gli individui campionati siano pertinenti a diverse fasi e gruppi umani, e quindi gli ecosistemi di riferimento siano diversi, con differenze che si propagano dai cibi consumati ai consumatori.

Conclusioni e prospettive

Lo studio isotopico degli individui i cui resti sono stati rinvenuti nella grotta di Su Stampu ha consentito di integrare con qualche ulteriore dato le conoscenze del gruppo umano, quale che sia l'origine e l'identità dei componenti, fornite dallo studio archeologico dei materiali e da quello osteologico dei resti scheletrici

La scarsa quantità e qualità del collagene, e il fatto che tra i pochi individui i cui campioni hanno prodotto risultati soltanto uno fosse adulto, rende la lettura nutrizionale molto incerta e non estendibile all'intera

⁸⁹ LAI 2015.

⁹⁰ Oltre a studi in vivo su tessuti diversi dall'osso, vi sono anche corrispondenze in studi archeometrici (WHITE, SCHWARCZ 1994).

collezione; d'altro canto, i valori dei subadulti sono fortemente variabili per ragioni legate alla fisiologia della crescita. Ferme restando le incertezze sulla coerenza e unitarietà del gruppo umano e la scarsa rappresentatività del campione, una interpretazione in termini paleonutrizionali fornisce comunque dei dati utili: sulla base dell'unico individuo adulto, non c'è traccia di cibi di origine acquatica né di piante C4, e probabilmente il consumo di proteine animali non era elevato.

Per quanto riguarda il problema della coerenza del gruppo umano di Su Stampu, in una situazione in cui i materiali culturali suggeriscono la fase Bonnanaro, la datazione suggerisce il Monte Claro, e l'unico valore $\delta^{18}O_{apat}$ suggerisce una maggiore compatibilità con il Campaniforme, la strada da percorrere è decisamente quella di ulteriori datazioni al radiocarbonio su diversi individui provenienti da diverse UUSS. Questo consentirà di stimare, con una sicurezza proporzionale al numero di datazioni che si otterranno, la pertinenza delle ossa a un unico orizzonte cronologico culturale o meno. Contestualmente ad analisi di questo tipo, anche tentativi di ampliamento del campionamento per analisi degli isotopi stabili, e soprattutto il campionamento dei resti faunistici presenti, potrà essere più fruttuoso di quanto non sia stato questo saggio preliminare, svolto in tempi in cui vigeva un certo ottimismo in relazione alla possibilità di ottenere validi dati sulla dieta umana senza un confronto con gli animali, cosa che oggigiorno è invece sempre più imprescindibile.

Luca Lai, Robert Tykot, Ethan Goddard, David Hollanderd

Donatella Salvi dsalvi2012@gmail.com

Pietro Matta pietro.matta@beniculturali.it

Paola Fenu paolafenu@yahoo.it

Ignazio Sanna ignaziosanna9@gmail.com

Rosalba Floris florisrosalba@gmail.com

Luca Lai melisenda74@yahoo.it

Robert Tykot rtykot@usf.edu

Ethan Goddard egoddard@mail.usf.edu

Bibliografia

ALTERIO 1990: A. Alterio, La chimica nell'industria, Torino 1990.

AMBROSE, NORR 1993: S.H. Ambrose, L. Norr, Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate, J.B. Lambert, G. Grupe (eds), Prehistoric human bone: Archaeology at the molecular level, New York 1993, 1-37.

ANASTASSIADES, ELLIS 2008: A. Anastassiades, L. Ellis, *The Conservation of Glass Ingots from the Bronze Age Uluburun Shipwreck*, Studies in Conservation, 53, 4, 2008, 225-237.

ATZENI 1996: E. Atzeni, *La sepoltura campaniforme di Bingia 'e Monti (Gonnostramatza, Oristano)*, in D. Cocchi Genik (ed), *L'antica età del bronzo in Italia*. Atti del Congresso di Viareggio, 9-12 gennaio 1995, Firenze 1996, 608-611.

ATZENI 2001: E. Atzeni, Dall'età del Rame al Bronzo antico nelle grotte di Iglesias. Il Campaniforme e la facies Bonnanaro, in L. Alba, E. Atzeni, G. Canino (eds), La Collezione Pistis-Corsi ed il patrimonio archeologico del comune di Iglesias, Iglesias 2001, 36-38.

AUFDERHEIDE, CONRAD 1998: A.C. Aufderheide, R.M. Conrad, *The Cambridge enciclopedia of human paleopathology*, Cambridge 1998.

BARTOLO et alii 1986: G. Bartolo, A. Lecis, S. Puddu, Il monte del Castello di Quirra e le sue Grotte, Cagliari 1986.

BASS 1995: W.M. Bass, Human Osteology, Columbia 1995.

BELLINTANI 2011: P. Bellintani, *Progetto "Materiali vetrosi della protostoria italiana"*. *Aggiornamenti e stato della ricerca*, Rivista di Scienze Preistoriche, LXI, 2011, 257-282.

BELLINTANI et alii 2006: P. Bellintani, I. Angelini, G. Artioli, A. Polla, *Origini dei materiali vetrosi italiani: esotismi e localismi*, in *Materie prime e scambi nella preistoria italiana*. Atti della XXXIX Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 2006, III, 1495-1533.

BELLINTANI, USAI 2012: P. Bellintani, A. Usai, *Materiali vetrosi protostorici della Sardegna: inquadramento crono-tipologico e considerazioni sulle relazioni tra Mediterraneo centrale e orientale*, in *La preistoria e la protostoria della Sardegna*. Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 2012, III, 1121-1130.

BORGOGNINI TARLI, PACCIANI 1993: S. Borgognini Tarli, E. Pacciani, *I resti umani nello scavo archeologico. Metodiche di recupero e studio*, Roma 1993.

CANINO 2001: G. Canino, Le culture Campaniforme e Bonnanaro nella necropoli ipogeica di Pranu Narbonis - San Vito (Cagliari), in F. Nicolis (ed), Bell beakers today. Pottery, people, culture, symbols in Prehistoric Europe, Proceedings of the International Colloquium, Trento 2001, II, 677-679.

CASTIGLIONI 1997: G.B. Castiglioni, *Morfologia carsica*, in *Geomorfologia*, II edizione, Torino 1997, 208-251.

CILLO et alii 2019: D. Cillo, F. Fois, C. Ancona, D. Scaravelli, E. Bazzato, *Contributo alla conoscenza dell'artropodofauna della grotta di Giuanniccu Mene, Monte Cudias, nel comune di Villaputzu (Sardegna sud-orientale)*, Mediterraneaonline/Naturalistica, 2019, 2, 1-11.

DAINTITH 1988: C.A. Daintith, Conservazione e restauro dei reperti di vetro, Firenze 1988.

DEPALMAS, DEIANA 2011: A. Depalmas, A. Deiana, *La fase finale della cultura di Monte Claro e il rapporto con i successivi aspetti culturali dell'età del Bronzo*, in *L'età del Rame in Italia*. Atti della XLIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 2011, 135-142.

DOCTER, SONNEVELD 2009: R. Docter, J. Sonneveld, *Punic Glass from Carthaginian Settlement Excavations*, Carthage Studies, 3, 2009, 125-146.

DUDAY 2006: H. Duday, Lezioni di archeotanatologia. Archeologia funeraria e antropologia di campo, Roma 2006.

ENZO et alii 2007: S. Enzo, M. Bazzoni, V. Mazzarello, G. Piga, P. Bandiera, P. Melis, A study by thermal treatment and X-ray powder diffraction on burnt fragmented bones from tombs II, IV and IX belonging to the hypogeic necropolis of "Sa Figu" near Ittiri, Sassari (Sardinia-Italy), Journal of Archaeological Science, 34, 2007, 1731-1737.

FERRARESE CERUTI 1978: M.L. Ferrarese Ceruti, *Sisaia, una deposizione in grotta della cultura di Bonnanaro*, Quaderni della Soprintendenza ai Beni Archeologici per le province di Sassari e Nuoro, 6, 1978, 7-26. ora in M.L. Ferrarese Ceruti, *Archeologia della Sardegna preistorica e protostorica*, Nuoro 1997, 233-261.

FERRARESE CERUTI 1981: M.L. Ferrarese Ceruti, *La cultura di Bonnanaro*, in *La Sardegna dalle origini all'età classica*, Milano 1981, LXVII-LXXVI. ora in M.L. Ferrarese Ceruti, *Archeologia della Sardegna preistorica e protostorica*, Nuoro 1997, 351-379.

FERRARESE CERUTI 1995: M.L. Ferrarese Ceruti, *Nuovi elementi dalla grotta funeraria di Tanì (Carbonia)*, in V. Santoni (ed), *Carbonia e il Sulcis. Archeologie e territorio*, Oristano 1995, 97-113, ora in M.L. Ferrarese Ceruti, *Archeologia della Sardegna preistorica e protostorica*, Nuoro 1997, 539-552.

FIGUEIREDO *et alii* 2012: A. Figueiredo, G. Gradoli, R. Floris, C. Monteiro, I. Sanna, E. Pittoni, *The cave of Sa Omu and Tziu Giovanni Murgia, Funtana Arrubia, Nurallao (South –central Sardinia- Italy).* First conclusions, in V. Sirbu, C. Schuster (eds), *Tumuli Graves: Status Symbol of the Dead in Bronze and Iron Ages in Europe*, British Archaeological Reports S2396, 2012, 17-22.

FLORIS *et alii* 2012: R. Floris, F. Mascia, E. Sonedda, M. Sarigu, L. Lai, T. O'Connell, M. Montisci, M. Zuncheddu, *Bioanthropological analysis of the individuals buried in the multi-layered tomb of Bingia 'e Monti (Gonnostramatza - OR - Sardinia): first results*, Journal of Biological Research, 85(1), 2012, 186-189.

FLORIS et alii 2012: G. Floris, R. Floris, O. Fonzo, E. Sanna, *Variazioni staturali in Sardegna dal Neolitico al XX Secolo*, in *La Preistoria e la protostoria della Sardegna*. Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 2012, III, 1019-1022.

GARCÍA HERAS et alii 2005: M. García Heras, J.Ma. Rincón, A. Jimeno, M.A. Villegas, *Pre-Roman coloured glass beads from the Iberian Peninsula: a chemico-physical characterisation study*, Journal of Archaeological Science, 32, 2005, 727-738.

HARDEN 1962: D.B. Harden, Vetro e invetriatura, in Storia della tecnologia, II, Torino 1962, 315-351.

HARDEN 1981: D.B. Harden, Catalogue of Greek and Roman Glass in the British Museum, 1, London 1981.

HEDGES et alii 2007: R.E.M. Hedges, J.C. Clement, D.L. Thomas, T.C. O'Connell, *Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements*, American Journal of Physical Anthropology, 133, 2007, 808-816.

INGO *et alii* 2001: G.M. Ingo, E. Acquaro, P. Bernardini, G. Bultrini, M.T. Francisi, L.L. Manfredi, L. Scoppio, G. Padeletti, G. Petruccioli, *Primi risultati delle indagini chimico-fisiche sui materiali rinvenuti nel quartiere metallurgico di Tharros (Sardegna)*, Rivista di Studi Fenici, XXIX.2, 2001, 63-68.

JIM et alii 2004: S. Jim, S.H. Ambrose, R.P. Evershed, Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen and apatite: Implications for their use in palaeodietary reconstruction, Geochimica et Cosmochimica Acta, 1, 2004, 61-72.

KOHN 1996: M.J. Kohn, Predicting animal $\delta^{18}O$: Accounting for diet and physiological adaptation, Geochimica et Cosmochimica Acta, 60, 1996, 4811-4829.

KOHN, CERLING 2002: M.J. Kohn, T.E. Cerling, *Stable isotope compositions of biological apatite*, in M.J. Kohn, J. Rakovan, J.M. Hughes (eds), *Phosphates. Geochemical, Geobiological and Materials Importance. Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, Washington DC 2002, 455-488.

LAI 2008: L. Lai, *The interplay of economic, climatic and cultural change investigated through isotopic analyses of bone tissue: the case of Sardinia 4000-1900 B.C.*, Tampa 2008.

LAI 2015: L. Lai, *IV. Lifeways and landscapes of Late Prehistoric Sardinia: a stable isotopic view on the age of the domus de janas*, in G. Tanda (ed), *Nuove tecniche di documentazione e di analisi per una ricostruzione delle società dalla fine del V al III millennio a.C.*, Cagliari 2015, II, 69-102.

LEDDA 1989: R. Ledda, *Censimento archeologico nel territorio del comune di Villaputzu*, Cagliari 1989. LILLIU 1995: G. Lilliu, *Preistoria e protostoria del Sulcis*, in V. Santoni (ed), *Carbonia e il Sulcis*. *Archeologia e territorio*, Oristano 1995, 13-50.

MALLEGNI 2003: F. Mallegni, Denti. Ontogenesi, evoluzione, struttura, dimensione, forma, funzione, Pisa 2003.

MALLEGNI, RUBINI 1994: F. Mallegni, M. Rubini (eds), Recupero dei materiali scheletrici umani in archeologia, Roma 1994.

MANUNZA 1998: M.R. Manunza, *Scavo della tomba I di Is Calitas (Soleminis, CA). Relazione preliminare*, Quaderni della Soprintendenza Archeologica per le province di Cagliari e Oristano, 15, 1998, 59-105.

MANUNZA 2001: M.R. Manunza, Esiti evolutivi del Campaniforme nel Bronzo antico sardo: la facies di Bonnanaro in una tomba a fossa di Soleminis (Cagliari, Sardegna), in F. Nicolis (ed), Bell beakers today. Pottery, people, culture, symbols in Prehistoric Europe, Proceedings of the International Colloquium, Trento 2001, II, 681-683.

MANUNZA 2003: M.R. Manunza, *Il fenomeno del bicchiere campaniforme e suoi esiti culturali nel Bronzo Antico sardo attraverso i reperti del Museo Archeologico Nazionale di Cagliari*, Quaderni del Museo, Soprintendenza Archeologica per le province di Cagliari e Oristano, 1, 2003, 153-220.

MANUNZA 2005: M.R. Manunza (ed), Cuccuru Cresia Arta. Indagini archeologiche a Soleminis, Dolianova 2005.

MARCUS et alii 2020: J.H. Marcus, C. Posth, H. Ringbauer, L. Lai, R. Skeates, C. Sidore, J. Beckett, A. Furtwängler, A. Olivieri, C.W.K. Chiang, H. Al-Asadi, K. Dey, T.A. Joseph, C. Liu, C. Der Sarkissian, R. Radzevičiūtė, M. Michel, M.G. Gradoli, P. Marongiu, S. Rubino, V. Mazzarello, D. Rovina, A. La Fragola, R.M. Serra, P. Bandiera, R. Bianucci, E. Pompianu, C. Murgia, M. Guirguis, R. Pla Orquin, N. Tuross, P. van Dommelen, W. Haak, D. Reich, D. Schlessinger, F. Cucca, J. Krause, J. Novembre, Genetic history from the Middle Neolithic to present on the Mediterranean island of Sardinia, Nature Communications, 11, 2020, 1-14. article number 939.

MAXIA 1961: C. Maxia, Sugli insediamenti umani in Sardegna dalla preistoria ai tempi attuali, L'Universo, 6, 1961, 1071-1108.

MAXIA 1963: C. Maxia, Luci ed ombre sugli insediamenti preistorici e protostorici nell'isola di Sardegna secondo i ritrovamenti degli ultimi dieci anni, in Atti della VII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 1963, 67-85.

MELIS 2000: M.G. Melis, *L'Età del Rame in Sardegna. Origine ed evoluzione degli aspetti autoctoni*, Villanova Monteleone 2000.

MELIS 2011: M.G. Melis, La dimensione simbolica e sociale della Sardegna preistorica attraverso le manifestazioni funerarie. Alcune osservazioni, Sardinia, Corsica et Baleares antiquae, XI, 2011, 13-26.

MELIS 2013: M.G. Melis, *Problemi di cronologia insulare. La Sardegna tra il IV e il III millennio BC*, in D. Cocchi Genick (ed), *Cronologia assoluta e relativa dell'età del Rame in Italia*. Incontro di Studi, Verona 2013, 197-211.

MELIS 2007: P. Melis, Una nuova sepoltura della Cultura di Bonnanaro da Ittiri (Prov. di Sassari - Sardegna) ed i rapporti fra la Sardegna settentrionale e la Corsica nell'antica Età del Bronzo, in A. D'Anna, J. Cesari, L. Ogel, J Vaquer (eds), Corse et Sardaigne préhistoriques. Relations, échanges et coopération en Méditerranée. Actes du 128e Congrès National des Sociétés Historiques et Scientifiques - Bastia, 14-21 avril 2003. Documents préhistoriques, 22, Paris 2007, 275-286.

MELIS 2010: P. Melis, *Nuovi scavi nella necropoli ipogeica di Sa Figu (Ittiri-Sassari): la Tomba IV*, in IpoTESI di Preistoria, 3, 1, 2010, 27-73.

MELIS 2017: P.Melis, *La religiosità prenuragica* in A. Moravetti, P. Melis, L. Foddai, E. Alba (eds), *La Sardegna preistorica. Storia, materiali, monumenti*, Corpora delle Antichità della Sardegna, Sassari 2017, 145-158.

NIGHTINGALE 2018: G. Nightingale, *Glass of the Mycenaeans*, in J. Henderson, K. Matsumura (eds), *Aspects of Late Bronze Age glass in the Mediterranean*, Anatolian Archaeological Studies, XXI, 2018, 30-60.

ORTNER, PUTSCHAR 1981: D.J. Ortner, W.G.J. Putschar, *Identification of pathological conditions in human skeletal remains*, Smithsonian Contributions to Anthropology, 28, 1981.

PALUMBO 2012: C. Palumbo, *Il "brassard" nell'Eneolitico. Tipologia e funzione*, in M. Congiu (ed), *NEOS. Progetto giovani Studiosi e Ricercatori*. Atti dei Seminari di Studio, 2012, 1-13.

PAU 2010: C. Pau, Arqueología funeraria en la "Cultura Campaniforme". El caso de Cerdeña. Estrat Crític 5, 1, 2011, 483-489.

PAU 2011: C. Pau, *Alcune osservazioni sui fattori cronologici, rituali e sociali del Campaniforme sardo derivate dallo studio degli oggetti d'ornamento*, in *L'età del Rame in Italia*. Atti della XLIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 2011, 781-785.

PERONI 1996: R. Peroni, *Bilancio conclusivo*, in D. Cocchi Genik (ed), *L'antica età del bronzo in Italia*. Atti del Congresso di Viareggio, 9-12 gennaio 1995, Firenze 1996, 625-631.

PERRA 2013: M. Perra, *La tomba preistorica di Murisiddi a Isili*, in L. Usai (ed), *Memorie del sottosuolo*, Catalogo della mostra, Quartucciu 2013, 47-52.

PERRA 2017: M. Perra, *Le statue antropomorfe prima dei nuraghi*, in A. Moravetti, P. Melis, L. Foddai, E. Alba (eds), *La Sardegna preistorica. Storia, materiali, monumenti*. Corpora delle Antichità della Sardegna, Sassari 2017, 159-178.

RAGUCCI, USAI 1999: G. Ragucci, E. Usai, *Nuovi contributi allo studio della Marmilla prenuragica*. *La tomba di Scaba 'e Arriu-Siddi (CA)*, Studi Sardi XXXI (1994-1998), 1999, 111-195.

RUIZ 1996: E.R. Ruiz, Las cuentas de vidrio prerromanas del Museo Arqueológico de Ibiza y Formentera, Eivissa 1996.

SALVI 2004: D. Salvi, Su stampu de Gianniccu Melis. Disponibile su www.Fastionline.org

SALVI 2008: D. Salvi, *Il popolamento nuragico sulla costa sud-orientale (Sarrabus): Is Pirois e S. Priamo*, in P. Bernardini, G. Bacco (eds), *La civiltà nuragica. Nuove acquisizioni*. Atti del Convegno, Senorbì, 14-16 dicembre 2000, 2008, II, 405-416.

SANTONI 1996: V. SANTONI, *Bonarcado (Oristano), Costa Tana: struttura abitativa di cultura Bonnanaro*, in D. Cocchi Genik (ed), *L'antica età del bronzo in Italia*. Atti del Congresso di Viareggio, 9-12 gennaio 1995, Firenze 1996, 625-631.

SCHEUER, BLACK 2000: L Scheuer, S. Black, Developmental juvenile osteology, San Diego 2000.

SHARP 2007: Z. Sharp, *Principles of stable isotope geochemistry*, New Jork 2007.

SILVANO 1988: F. Silvano, Tecnologie e fabbriche del vetro nell'Egitto faraonico. Le vie del vetro, Egitto e Sudan, Pisa 1988.

SILVESTRONI 1973: P. Silvestroni, Fondamenti di chimica, Roma 1973.

TARAMELLI 1909: A. Taramelli, *Alghero. Nuovi scavi nella necropoli preistorica a grotte artificiali di Anghelu Ruju*, Monumenti antichi XIX, 1909, 397-540.

TYKOT 2004: R.H. Tykot, *Stable isotopes and diet: you are what you eat*, in M. Martini, M. Milazzo, M. Piacentini (eds) *Physics methods in archaeometry. Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLIV*, Bologna 2004, 433-444.

UBERTI 1993: M.L. Uberti, I vetri preromani del Museo Archeologico Nazionale di Cagliari, Roma 1993.

UCCHESU et alii 2014: M. Ucchesu, L. Peña-Chocarro, D. Sabato, G. Tanda, *Bronze Age subsistence in Sardinia, Italy: cult-vated plants and wild resources*, Vegetation History and Archaeobotany, 24, 2014, 1-13.

UCCHESU et alii 2018: M. Ucchesu, M.R. Manunza, D. Sabato, Agriculture and exploitation of wild plants at Chalcolithic (4th to 3rd millennium BC) sites in Sardinia (Italy), Archaeological and Anthropological Sciences, 10, 2018, 1693-1702.

UGAS 1990: G. Ugas, La tomba dei guerrieri di Decimoputzu, Cagliari 1990.

UGAS 1992: G. Ugas, Note su alcuni contesti del Bronzo Medio e recente della Sardegna Meridionale. Il caso dell'insediamento di Monte Zara-Monastir, in G. Lai, G. Ugas, G. Lilliu (eds), La Sardegna nel Mediterraneo tra il Bronzo Medio e il Bronzo Recente (XVI-XIII sec. a.C.), Un millennio di relazioni fra la Sardegna e i Paesi del Mediterraneo. Atti del III Convegno di studi, Cagliari 1992, 201-227.

UGAS 2017: G. Ugas, *La cultura del vaso campaniforme e l'antica età del bronzo*, in A. Moravetti, P. Melis, L. Foddai, E. Alba (eds), *La Sardegna preistorica. Storia, materiali, monumenti*. Corpora delle Antichità della Sardegna, Sassari 2017, 203-253.

USAI 1996: L. Usai, Struttura abitativa di cultura Bonnanaro a Su Stangioni di Portoscuso (Cagliari), in D. Cocchi Genik (ed), L'antica età del Bronzo in Italia, Atti del Congresso di Viareggio, 9-12 gennaio

1995, Firenze 1996, 614-615.

USAI 2000: L. Usai, *Materiali dell'età del bronzo nel Sulcis-Iglesiente*, Quaderni della Soprintendenza archeologica per le province di Cagliari e Oristano, 17, 2000, 23-40.

WHITE, SCHWARCZ 1994: C.D. White, H.P. Schwarcz, *Temporal trends in stable isotopes for Nubian mummy tissues*, American Journal of Physical Anthropology, 93, 1994, 165-187.

WHITHE 2000: T.D. Whithe, Human osteology, San Diego 2000.



Fig. 1 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Pendio boscoso del Monte di Quirra nel quale si apre la grotta (foto D. Salvi)

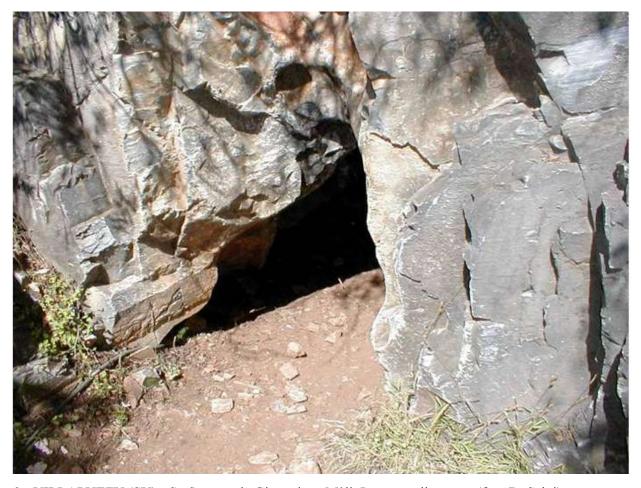


Fig. 2 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Ingresso alla grotta (foto D. Salvi)

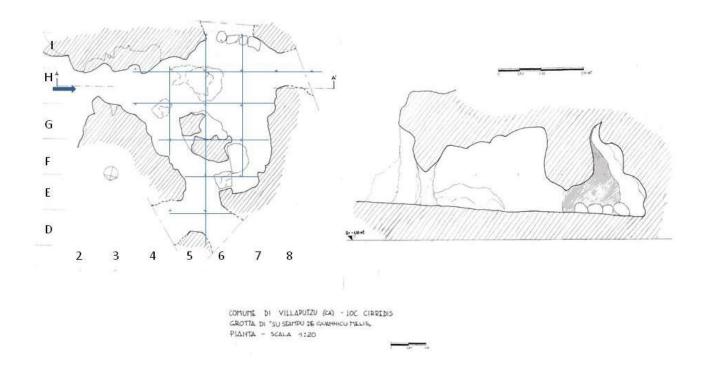


Fig. 3 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Planimetria e sezione della grotta (rilievo G. Baldini)



Fig. 4 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Uno scorcio dell'interno della grotta (foto D. Salvi)

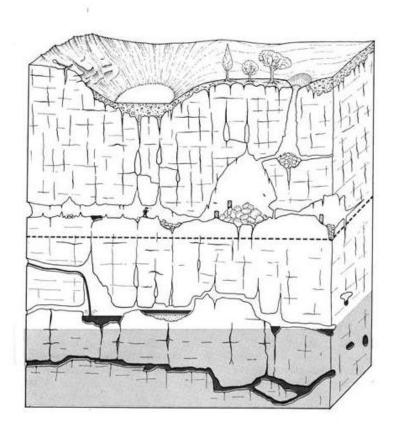


Fig. 5 - Spaccato verticale schematico di un sistema carsico (da Castiglioni, *Geomorfologia*, Torino 1982)

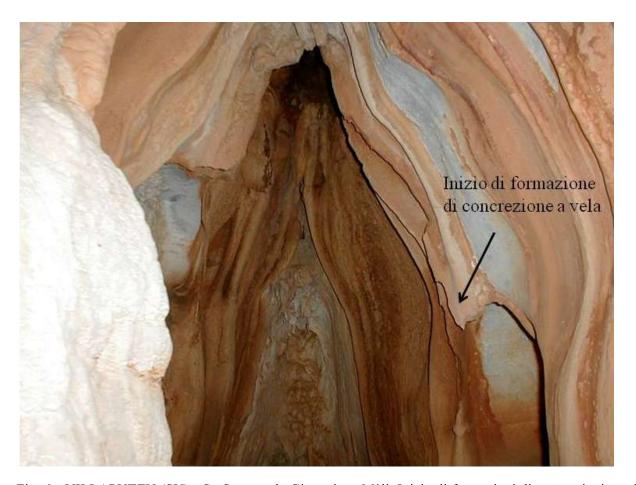


Fig. 6 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Inizio di formazioni di concrezioni a vela (foto D. Salvi)



Fig. 7 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Il cranio C1 al momento del ritrovamento (foto D. Salvi)



Fig. 8 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Strato concrezionato (foto D. Salvi)



Fig. 9 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Grumo di carboni di legna coperti da concrezioni (foto C. Buffa)



Fig. 10 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. a) Vaghi in pasta vitrea da quadrati diversi. b) Grumo di minio (?). c) Piccolo ciottolo emisferico in pietra. d) Lesina in bronzo. e) Cerchielli di metallo (foto C. Buffa, composizione non in scala D. Salvi)

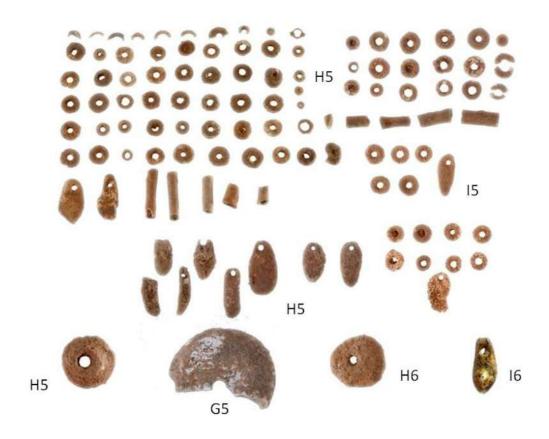


Fig. 11 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Vaghi in conchiglia, osso e calcite da quadrati diversi e canino atrofico di cervo dal quadrato I6 (foto C. Buffa, composizione non in scala D. Salvi)

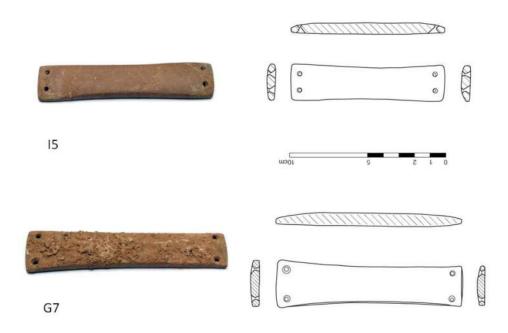


Fig. 12 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. I due brassards in pietra ritrovati nella grotta (foto C. Buffa, disegno M. Olla, P. Matta, composizione D. Salvi)

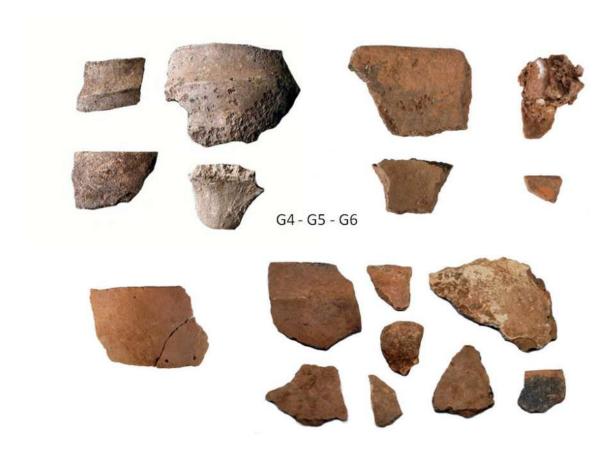


Fig. 13 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Frammenti ceramici provenienti dallo scavo, alcuni coperti da incrostazioni calcaree (foto C. Buffa, composizione non in scala D. Salvi)



Fig. 14 - VILLAPUTZU (SU) - Cala 'e Murta. Olletta quadriansata e frammenti di bracciale (?) in bronzo da ritrovamento occasionale (foto C. Buffa)

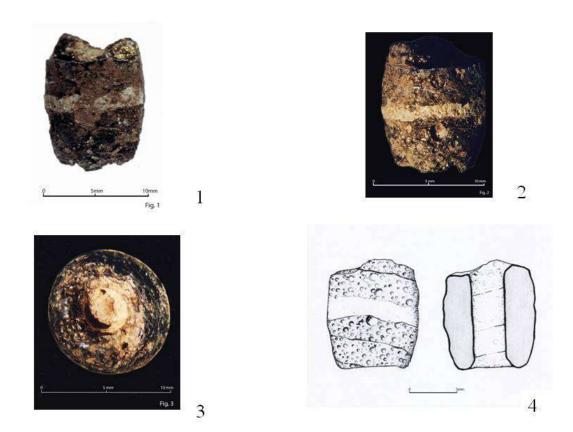


Fig. 15 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. 1) Vago a botticella, prima del restauro, con incrostazioni terrose e evidenti iridescenze a riflessi dorati del vetro alterato. In alto, manca una porzione vitrea, staccatasi per imperfetta fusione tra le superfici di contatto della banda spiralata che formava il manufatto. 2) La perdita della superficie esterna originale evidenzia le numerose bolle e il *pitting*. Si nota l'andamento a spirale dell'avvolgimento e alcune zone non brune ma incolori per difettosa miscelazione dei componenti prima della fusione. 3) L'inclusione terrosa all'interno del foro pervio dà consistenza al reperto. 4) Prospetto e sezione del vago che evidenzia la banda vitrea spiralata e la bollosità creata dai gas durante la fusione e il repentino raffreddamento (foto e disegno I. Sanna)



Fig. 16 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. 1) Cranio 1. 2) Calotta cranica forse pertinente al cranio 1. 3) Concrezioni interne alla base del cranio 1. 4) Cranio 2 ancora inglobato nelle incrostazioni (foto R. Floris, composizione non in scala D. Salvi)

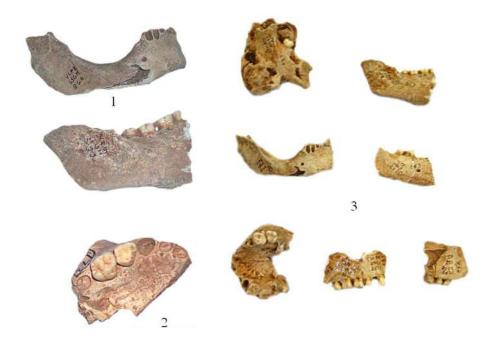


Fig. 17 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. 1) Frammenti di mandibole di individui adulti, di cui uno anziano. 2) Mascellare di infante con gemme. 3) Mascellari e mandibole di individui diversi (foto R. Floris, composizione non in scala D. Salvi)



Fig. 18 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Ossa di mani e piedi di individui di età diversa (foto R. Floris)



Fig. 19 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. 1-2) Radio e ulna ancora in connessione. 3) Porzioni di omeri infantili (foto R. Floris, composizione non in scala D. Salvi)



Fig. 20 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Denti di numerosi individui durante la lavorazione in laboratorio (foto R. Floris)



Fig. 21 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. 1) Molari affetti da carie. 2) Vertebra patologica. 3) Rotula patologica. 4) Femore affetto da miosite ossificante (foto R. Floris, composizione non in scala D. Salvi)

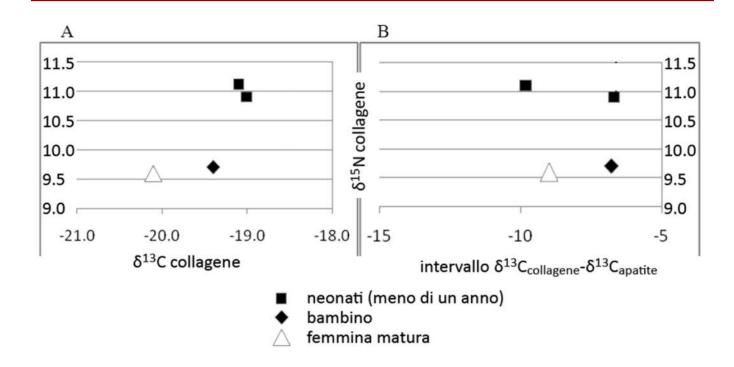


Fig. 22 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. 1) Grafici relativi agli individui di Su Stampu: A) Valori di δ^{15} N e δ^{13} C del collagene, che riflettono il consumo di proteine; B) Valori δ^{15} N del collagene plottati con quelli della spaziatura tra il δ^{13} C del collagene e quello dell'apatite; i primi riflettono il consumo di proteine, i secondi l'intera dieta. Sono inclusi solo i campioni con parametri di conservazione ottimali

# invent.	Contesto/ US	Elemento scheletrico	# laborat. datazione	Data BP ± errore δ ¹³ C ‰ ± errore	Range 2σ (95.4%) cal BC	Probab. %
267	US 3, q.	Diafisi	LTL770A	4019 ± 45	2844- 2812	0.027
	G7	femore		-19.1 ± 0.2	2742- 2732	0.004
		infantile			2674- 2455	0.966
					2416- 2410	0.002

Tab. 1 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. Datazione radiometrica con dati grezzi e calibrazione effettuata online con il programma Calib 8.2html

# cat./	# USF	Contest	Elem.	Sesso, età	Resa	C:N	δ ¹³ C	$\delta^{15}N$	δ ¹³ C	δ ¹⁸ O
inv.	coll. +	o/ US	Schelet.		coll. %		%0	%0	%e	%e
	apat.									
266	9498+	US3 q.	mandib.	ੈ? 17-25	0.5	2.6	-19.9	10.3	-6.7	-3.2
	9507	G7	sx	anni						
355 +	9499.b	US3 q.	mandib.	♀? 17-25	0.2	2.5	-18.6	9.5	-10.2	-3.2
179	+ 9508	G7	dx	anni						
303	9500+	US2 q.	mandib.	ੈ 25-35	0.4				-8.6	-4.8
	9509	H4	dx	anni						
269	9501 +	US3 q.	mandib.	ੈ 45-50	0.2				-9.7	-4.0
	9510	15	dx	anni						
39	9502 +	US3 q.	mandib.	♀? + 45	1.0	3.3	-20.1	9.6	-11.1	-3.2
	9511	G7	dx	anni						
311	9503 +	US2 q.	osso lungo	1.5 mesi	9.5	3.0	-19.0	10.9	-12.3	-2.5
	9512	G6								
210	9504+	US3 q.	diafisi	< 1 anno	5.3	3.0	-19.1	11.1	-9.3	-2.9
	9513	15	omero							
103	9505+	US2 q.	diafisi	ca. 5 anni	11.5	3.0	-19.4	9.7	-12.6	-2.5
	9514	H5	omero							
197	9506+	US3 q.	diafisi	ca. 10	0.2				-10.8	-3.4
	9515	Н6	omero	anni						

Tab. 2 - VILLAPUTZU (SU) - Su Stampu de Giuanniccu Mèli. I risultati delle analisi degli isotopi stabili, con le informazioni relative a ciascun individuo