Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo

BOLLETTINO DI ARCHEOLOGIA ON LINE
DIREZIONE GENERALE ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO

XI, 2020/1-4

F. BERTINO, A. CARPENTIERI, A. DE BONIS, C. GERMINARIO, C. GIARDINO, C. GRIFA, V. GUARINO, L. LOOZ, M. MARAZZI, V. MORRA, C. PEPE, L. REPOLA, N. SCOTTO DI CARLO, M. SCOTTO DI COVELLA, S. TILIA, G. TROJSI, T. ZAPPATORE

MISSIONE ARCHEOLOGICA VIVARA
ASPETTI DELLA RICERCA SCIENTIFICA DEGLI ULTIMI ANNI*

The island of Vivara represents today one of the most important sites for the study of the relations between the Mycenaean world and Western Mediterranean cultures of the Bronze Age. This report presents the most significant results acquired through archaeological excavations in the last decade of research: the main housing structures, the corpus of Aegean-Mycenaean ceramics, the study of the topographical characteristics of the settlement, the traces of the ancient prehistoric port preserved under the surface of the sea. Further important results in the fields of petrographic, bioarchaeological, archaeometallurgical and three-dimensional surveys carried out with scanlaser, stereophotogrammetry and aerofotogrammetry are added.

1. INTRODUZIONE

1.1. La Missione Vivara, a 45 anni di distanza dai suoi inizi

Nel 2014 riprendeva, in forma organica, la Missione archeologica sull'isola di Vivara, dopo una pausa dovuta a una serie di interventi, condotti da diversi Enti universitari e di ricerca, dedicati al recupero e messa in sicurezza del versante occidentale dell'isola (comprendente la Punta d'Alaca). I costoni tufacei dell'isola avevano infatti subito nel tempo forti processi di degrado dovuto ai fenomeni di continua erosione, sia eolica che meteorica, accentuati dall'azione

*Istituzioni di appartenenza degli autori: Federica Bertino [F.B.], Lorenzo Looz [L.L.], Massimiliano Marazzi [M.M.], Carla Pepe [C.P.], Leopoldo Repola [L.R.], Stefano Tilia [S.T.], Giorgio Trojsi [G.T.]: *Università degli Studi di Napoli SOB/Centro Interistituzionale Euromediterraneo (CEM)*; Alberto De Bonis [A.D.B.], Vincenza Guarino [V.G.], Vincenzo Morra [V.M.]: *Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR), Università degli Studi di Napoli Federico II*; Chiara Germinario [C.Ge.], Celestino Grifa [C.Gr.]: *Dipartimento di Scienze e Tecnologie (DST), Università degli Studi del Sannio*; Claudio Giardino [C.Gi.], Tiziana Zappatore [T.Z.]: *Università degli Studi del Salento – Lecce*; Nicola Scotto Di Carlo [N.S.D.C.], Monica Scotto di Covella [M.S.D.C.]: *Museo Civico di Procida* "Sebastiano Tusa"; Andrea Carpentieri [A.C.]: *Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Napoli Federico II*.

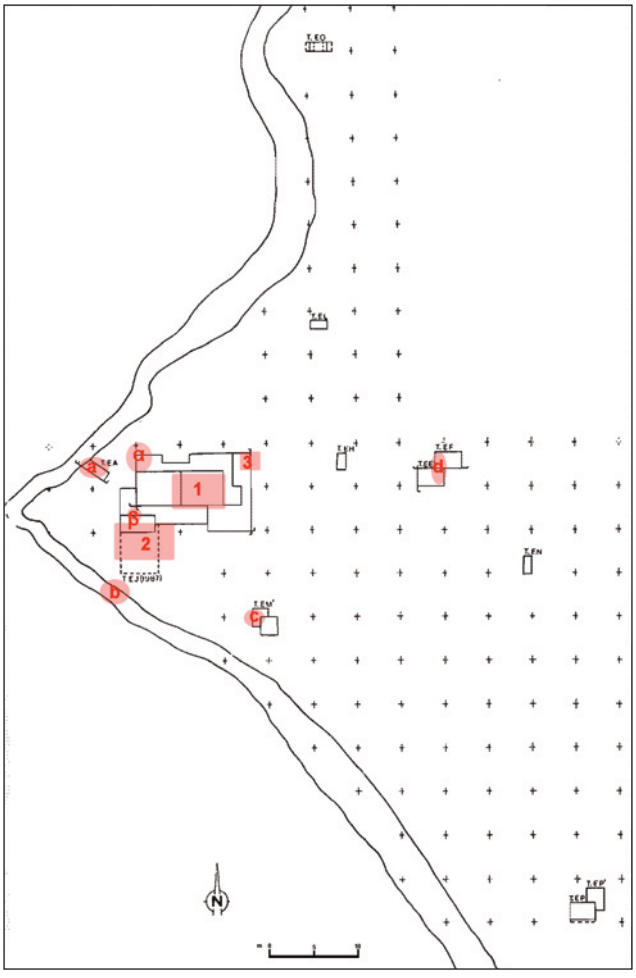
La Missione Vivara esprime la propria gratitudine alla redazione di BAO per il complesso lavoro di *editing* di questo contributo.
Ove non altrimenti specificato, le immagini pubblicate nel presente contributo provengono dall'Archivio della Missione Vivara.

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

delle acque di ruscellamento che scendono, in particolare nei mesi invernali, lungo i terrazzamenti artificiali di questo versante, abbandonati, dall'inizio degli anni '60, con la fine di qualsiasi attività agricola[1].

La ricerca archeologica sul campo si è concentrata, a cominciare da questa data, sull'area della Punta d'Alaca, dove gli scavi condotti a cominciare dal 1976 avevano individuato un impianto capannicolo, caratterizzato da grandi strutture abitative subrettangolari, attribuibile a una fase avanzata del Bronzo Medio iniziale (definito convenzionalmente come Protoappenninico B evoluto, seconda metà del XVI-inizi del XV sec. a.C.). Qui, infatti, nel corso delle campagne 1976-1982, 1986-1987 e 1994-2000[2], erano stati individuati, oltre alle tracce pavimentali di 4 abitazioni, poste a diversi livelli sui terrazzamenti artificiali ricavati negli strati dei tufi superficiali di varia consistenza, i perimetri più o meno completi di due abitazioni, definite convenzionalmente come "Capanna 1" e "Capanna 2", oltre a un annesso circolare alla Capanna 2, con funzione di magazzino, indicato come "Fossa β" (cfr. la distribuzione delle tracce di abitazione alla *fig.* 1).

Sempre in quest'area, ma appartenente a una fase verosimilmente appena precedente (o, nella sua fase conclusiva, contemporanea) all'impianto capannicolo, era inoltre stata messa in luce una struttura semi-ipogeica (forse con funzione cultuale) definita "Fossa α".



1. PLANIMETRIA DELLA PUNTA D'ALACA CON QUADRETTATURA GENERALE E LOCALIZZAZIONE DELLE DIVERSE TRINCEE APERTE FRA IL 1976 E IL 2000: IN EVIDENZA LE TRACCE DEI DIVERSI BATTUTI DI CAPANNA INDIVIDUATI A DIFFERENTI LIVELLI DELL'ORIGINARIO ANDAMENTO DEL VERSANTE OCCIDENTALE DELL'ISOLA (a-d) E LE PLANIMETRIE (PARZIALI O INTERE) DELLE CAPANNE 1-3

1) Sul "Progetto Vivara" e la sua storia cfr. quanto illustrato in Pepe 2007; più in generale si veda anche quanto illustrato in Pepe 2018. Sulle operazioni di recupero del versante occidentale di Vivara si rinvia a Pepe 2005.

2) Le campagne 1976-1982 sono sintetizzate in Marazzi, Tusa 1991a; sulle campagne degli anni 1986-87 si veda il resoconto in Marazzi, Tusa 1991b. Un quadro riassuntivo delle ricerche condotte fra il 1994 e il 2000 è contenuto in Marazzi, Tusa 2001; sulle ultime ricerche condotte dal 2014 in poi un quadro d'assieme è dato in Marazzi, Pepe 2020.

Il possibile inizio del perimetro di una terza capanna (individuato con la sigla provvisoria di “Capanna 3”) era stato inoltre individuato sul finire della campagna di scavo del ’97.

Sia lo scavo della Capanna 1 che quello della Fossa β furono portati a compimento entro il 2000, mentre l’intero strato di crollo soprastante il battuto pavimentale nel settore orientale della Capanna 2, ca. 2/3 dei livelli di riempimento della Fossa α e la possibile continuazione del perimetro della postulata Capanna 3, rimanevano ancora interamente da indagare. Le ricerche, riprese con cadenza annuale dal 2014, hanno avuto quindi come obiettivo principale quello di riprendere, e portare a compimento, l’indagine di questi 3 complessi.

A cominciare dal 2014, parallelamente alla ricerca scientifica sul campo si è condotta una serie di azioni a sostegno dello studio dei reperti archeologici. Grazie a un accordo interistituzionale, fra l’allora Soprintendenza per i Beni Archeologici delle province di Napoli e Caserta, il Comune di Procida e l’Ateneo Suor Orsola Benincasa, si è potuto dar vita a un centro di ricerca, collocato in un fabbricato storico della Terra Murata di Procida, all’interno del quale, oltre a una serie di spazi dedicati alle attività di restauro, documentazione 3D, disegno, campionatura e analisi chimico-fisiche dei reperti, si sono potuti ordinare tutti i reperti archeologici provenienti dagli scavi di Vivara (da quelli dei primi saggi di G. Buchner fino agli ultimi, provenienti dalle nuove campagne di scavo). A parte un piccolo numero di reperti esposti al Museo Archeologico di Napoli, nell’ambito delle cd. “collezioni preistoriche”, tutti i ritrovamenti vivaresi sono oggi accessibili (organizzati in cassette tematiche per area di provenienza e tipologia di oggetti) agli studiosi e possono essere sottoposti ai necessari interventi di conservazione, documentazione e ricerca (*fig.* 2).

Nello stesso fabbricato, ai piani superiori, è inoltre di recente sorta un’area espositiva, dotata di una serie di dispositivi multimediali all’interno del nuovo Museo Civico “Sebastiano Tusa”, che narra, attraverso un itinerario didattico, la storia e le evidenze archeologiche messe

2. IL LABORATORIO-MAGAZZINO DELLA MISSIONE VIVARA ALLA TERRA MURATA DI PROCIDA: ATTIVITÀ DI CATALOGAZIONE DEI REPERTI

in luce dalle attività di scavo e ricerca su terra e mare[3].

Per rispondere alle esigenze di una ricerca "a tutto campo", una serie di Istituzioni, e la Soprintendenza Archeologica in prima istanza, sono state chiamate a collaborare in diversi settori, sicché oggi, la Missione Vivara si configura come un esempio sia di collaborazione interdisciplinare e interistituzionale, sia di ciclo di ricerca virtuoso: dallo scavo alla esposizione dei reperti (cfr. la rappresentazione diagrammatica dell'organizzazione della missione alle *figg.* 3-4).

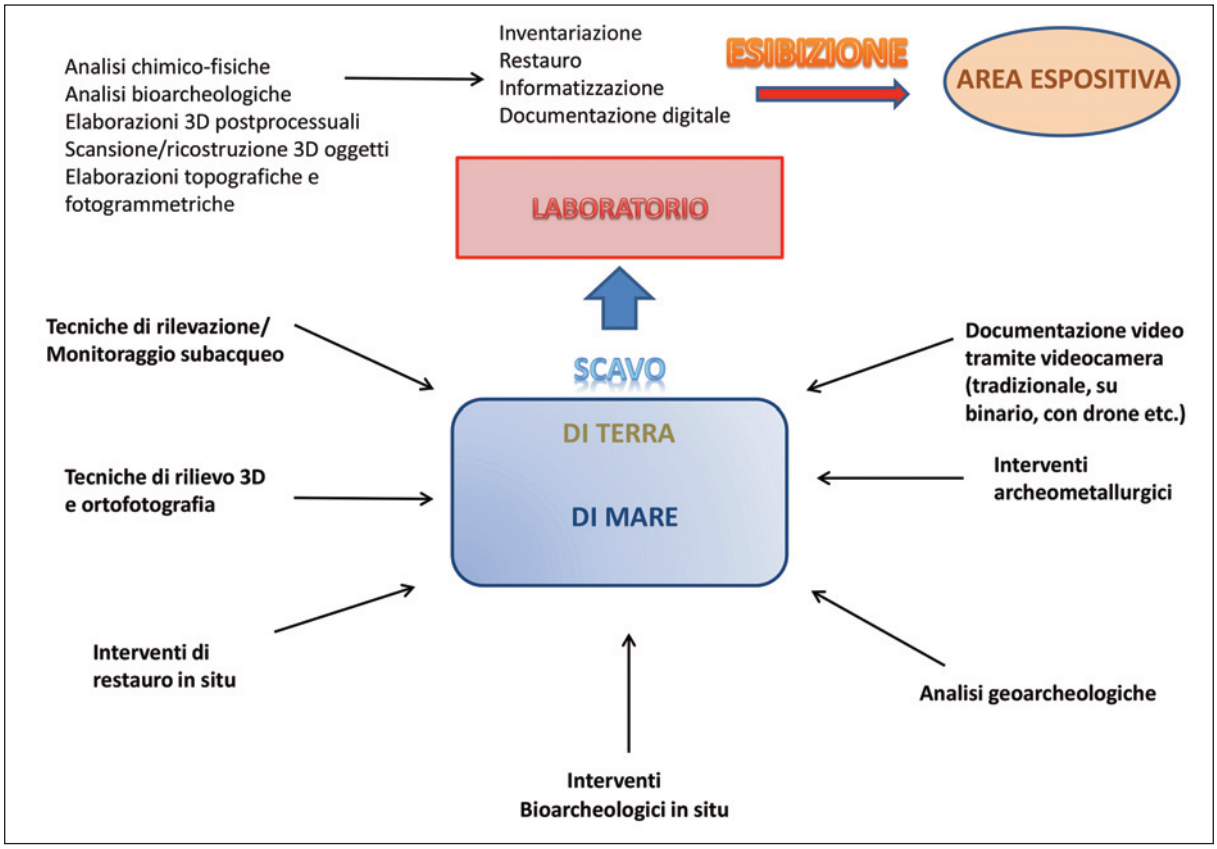
3. SCHEMA DIAGRAMMATICO DELLE COLLABORAZIONI ISTITUZIONALI DELLA MISSIONE VIVARA

1.2. I NUOVI RISULTATI

Con il presente resoconto, che idealmente si collega tematicamente a una precedente pubblicazione comparsa in questa stessa Rivista[4], si intende focalizzare l'attenzione sui risultati di alcuni settori della ricerca, tutti ancora in corso di svolgimento, condotta a cominciare dal 2014. Le tematiche scientifiche individuate sono sembrate significative per dare anche un'idea di una reale interdisciplinarietà che ha permesso di affrontare, all'interno di una strategia unica, questioni archeologiche con metodi diversi tali da costituire un ulteriore obiettivo del nostro lavoro progettuale.

3) Il Museo Civico nasce originariamente come "Area Espositiva Virtuale" dedicata a Giorgio Buchner; con la recentissima costituzione del Museo Civico, che abbraccia tutti gli aspetti della storia culturale di Procida, e con il contemporaneo ampliamento degli spazi laboratoriali, caratterizzati dall'annessione di nuovi ambienti per il restauro e la documentazione dei reperti, tutto il plesso laboratoriale, frutto dell'incontro e della collaborazione fra Soprintendenza, Università ed Ente locale, verrà intitolato a Giorgio Buchner che sostenne personalmente (anche nella sua allora veste di Ispettore di zona) la ripresa degli scavi su Vivara nel 1976.

4) Marazzi, Pepe 2018.



4. SCHEMA DIAGRAMMATICO DELL'ORGANIZZAZIONE DEI PROCESSI DI RICERCA E STUDIO LEGATI ALLA MISSIONE VIVARA

A loro premessa, qui, alcune note introduttive.

1. I primi due contributi (§§ 2 e 3) sono dedicati alle analisi distribuzionali e tipologiche dei reperti ceramici, sia locali che d'importazione. Con la conclusione dello scavo della Capanna 2, infatti, le cui prime tracce erano state individuate durante le campagne degli anni 1981-82, siamo oggi in grado di portare a compimento, anche per l'insediamento preistorico di Vivara-Punta d'Alaca, un preciso studio degli arredi che dovevano caratterizzare una delle sue strutture abitative. Gli studi condotti di recente sulla Capanna 1[5] potranno rappresentare in tal senso un *comparandum* di grande utilità.

Lo stesso discorso vale per quanto illustrato al § 2 riguardo al *corpus* delle ceramiche d'importazione. Il catalogo curato nel 1994 da S. Panichelli e L. Re, pur fondamentale nel panorama delle ricerche di quegli anni sulla più antica presenza egeo-micenea in Occidente[6], appare tuttavia oggi superato sotto diversi punti di vista. L'impianto del vecchio catalogo, giustificato dal momento storico nel quale veniva alla luce, era essenzialmente costruito a favore di una puntualizzazione delle fabbriche, forme e decorazioni del *corpus* vivarese; poco spazio

5) Cfr. Damiani, di Gennaro 2016; un primo tentativo, ma non completo, di analisi distribuzionale dei reperti di questa struttura fu condotto a suo tempo da S. Tusa in Marazzi, Tusa 1991a, pp. 75ss.; per le tracce insediamentali più antiche, presenti alla Punta Mezzogiorno, si veda quanto contenuto in Cazzella, Moscoloni 1991; Cazzella, Recchia 2007; Cazzella 2016.

6) Il catalogo, pubblicato in Marazzi, Tusa 1994 alle pp. 173ss., era preceduto da un aggiornamento complessivo e da analisi e inquadramento storico dei più importanti reperti all'epoca conosciuti, cfr. "Vivara e le prime navigazioni egeo-micenee in Occidente", pp. 17-54.

era dedicato a una sua contestualizzazione e, quindi, a un suo più stretto rapporto con lo studio distribuzionale delle altre classi di reperti e a una sua attribuzione funzionale a precisi contesti archeologici[7]. Nel frattempo, d'altra parte, il numero stesso dei reperti (il vecchio catalogo recepiva i ritrovamenti effettuati fino al 1982) è quasi raddoppiato, mentre il lavoro di analisi e confronto[8] dei singoli reperti ha permesso decisivi passi in avanti per una loro più accurata caratterizzazione tipologica e cronologica. Da ultimo, va sottolineato come il panorama delle dinamiche storiche nel quale inquadrarli sia profondamente mutato, soprattutto per quanto concerne l'individuazione delle principali direttive marittime che, fra il XVII e il XV secolo a.C., dovevano collegare il quadrante occidentale con quello centro-orientale del Mediterraneo[9].

2. I successivi tre contributi (§§ 4, 5 e 6), sono il portato della collaborazione della Missione Vivara con le Università Federico II di Napoli e del Salento. Il primo di essi, relativo alle analisi petrografiche sulle ceramiche locali provenienti dalla Punta d'Alaca, riprende un progetto iniziato nella seconda metà degli anni '70 a cura di J. Riley, concentrato essenzialmente alle ceramiche d'importazione, ma mai effettivamente decollato[10]. La sua importanza risiede nella possibilità di individuare collegamenti interni all'ambiente culturale italiano del Bronzo Medio iniziale, come il primo resoconto preliminare qui presentato sta già a indicare[11].

Per quanto attiene al contributo al § 5, va ricordato che, come per le ceramiche d'importazione, anche per i reperti metallici e le tracce di attività metallurgica a Vivara, l'ultima trattazione unitaria risale al 2001[12], mentre un'edizione organica e completa ancora manca all'appello. Lo scritto qui presentato assume quindi la funzione di offrire un quadro aggiornato in proposito e un anticipo sulla pubblicazione del catalogo completo. Infine, il contributo al § 6 offre per la prima volta un quadro completo di una classe di materiali, le fusaiole, rimasta fino a oggi trascurata, ma certamente essenziale per la comprensione delle forme di produzione della comunità vivarese. Esso rappresenta un'anteprima del progetto di studio, iniziato già da un biennio in collaborazione con l'Università del Salento, sui cd. "*small finds*" e sulla produzione dello strumentario litico provenienti dagli scavi di Vivara.

3. I restanti contributi (§§ 7-10) focalizzano aspetti più propriamente tecnologici aperti dai nuovi scenari della ricerca scientifica. Una illustrazione dedicata a un ampio pubblico era stata data già anni orsono[13]. Il nuovo programma di analisi gas-cromatografiche (§ 9), la ripresa delle ricerche subacquee (§§ 8 e 10) e l'acquisizione dei nuovi dati per mezzo di volo di drone hanno rappresentato un'occasione per illustrare in maniera più organica questi aspetti della ricerca scientifica. D'altra parte, l'imminente apertura del Museo Civico "Sebastiano Tusa" di

7) Si veda a tal proposito il breve contributo di S. Tusa, "Contestualità delle ceramiche importate nell'ambito dell'insediamento di Punta d'Alaca" e quello di A. Cazzella e M. Moscoloni, "I contesti di rinvenimento e il significato della presenza delle ceramiche d'importazione e di alcuni reperti metallici alla Punta Mezzogiorno", in Marazzi, Tusa 1994, rispettivamente alle pp. 117ss. e 107ss.

8) Si vedano, ad esempio, in questo senso i contributi di Merkouri 2005 e Merkouri 2010.

9) A questo riguardo, fondamentali sono stati i risultati provenienti dagli scavi di Montegrande, nell'Agrigentino, di Mursia/Pantelleria e Mozia, a proposito dei quali si rinvia a quanto illustrato nei contributi di Marazzi, Tusa 2005; Marazzi 2016a (qui un'ampia bibliografia di riferimento).

10) Poche tracce rimangono purtroppo del lavoro condotto da J. Riley, a parte il manoscritto "Petrological Examination of the Late Bronze Age Coarse Wheel-Made Ceramics from Vivara", datato al Maggio del 1980 (Archivio Missione Vivara), e i riferimenti in Jones *et al*. 2014, pp. 200ss.

11) Sulle indagini petrografiche condotte su alcuni reperti di Punta Mezzogiorno, volte a chiarire i rapporti fra ambiente flegreo ed eoliano, si rinvia a Cazzella *et al.* 1997.

12) Si veda quanto illustrato in Giardino 2001a; una serie di note in proposito erano già state pubblicate da C. Giardino, A. Cazzella e M. Moscoloni in Marazzi, Tusa 1994, rispettivamente "Strategie insediamentali e sviluppi economici nell'area campana del Bronzo medio in relazione ai traffici transmarini", pp. 67ss., e "I contesti di rinvenimento e il significato della presenza delle ceramiche d'importazione e di alcuni reperti metallici alla Punta Mezzogiorno", pp. 107ss.

13) Si veda Marazzi 2016b.

Procida, offrirà un'ulteriore occasione per mostrare come tali settori della ricerca (e in particolare le procedure di generazione di scenari virtuali, accennate ai §§ 7 e 8) svolgano un ruolo essenziale anche nella fase di narrazione della storia dei luoghi e delle loro trasformazioni nel corso dei secoli cui la ricerca scientifica è, in ultima analisi, deputata.

[M.M. - C.P.]

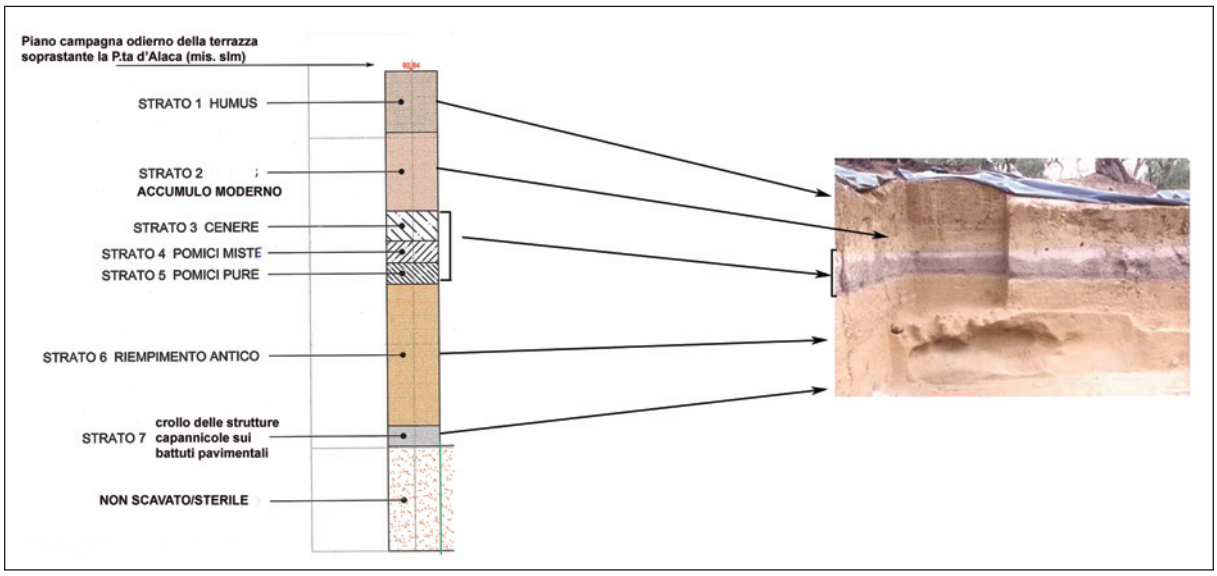
2. LA CAPANNA 2 ALLA PUNTA D'ALACA: STUDIO DISTRIBUZIONALE DELLE CERAMICHE LOCALI

2.1. Le ricerche alla Punta d'Alaca

Le ricerche alla Punta d'Alaca iniziarono grazie all'individuazione di strati archeologici *in situ*, riferibili a un momento avanzato della cd. *facies* Protoappenninica, visibili in sezione sulla parete del versante occidentale dell'isola, nel punto in cui è oggi esistente una terrazza naturale a ca. 80 m slm[14].

Con l'apertura delle prime trincee (**A** e **B**, negli anni 1976-77) si poté non solo individuare una serie di battuti pavimentali di capanne collocate su terrazzamenti artificiali, ricavati negli strati di tufi superficiali che caratterizzano questo versante dell'isola, ma anche determinare la sequenza stratigrafica nella quale si trovavano inseriti (*Tav*. I):

- al di sotto di uno strato di accumulo di terre causato dai lavori di terrazzamento svolti a monte della Punta dal '600 in poi, prima per l'impianto della vite e poi per quello dell'ulivo, all'interno del quale si trovano caoticamente mischiati sia materiali preistorici provenienti dall'originario abitato posto più a monte, sia ceramiche moderne collegate alla vita della villa padronale posta sul pianoro sommitale dell'isola, gli archeologi misero in luce un deposito eruttivo di ceneri e pomici;
- tale deposito, certamente il portato di un'eruzione vulcanica che deve aver investito questo versante dell'isola (verosimilmente attorno agli inizi del I millennio a.C.), sigillava uno strato, archeologicamente caratterizzato soltanto da materiale preistorico, formatosi al momento dell'abbandono dell'abitato capannicolo a seguito di una serie di cedimenti delle terrazze



Tav. I - COLONNA STRATIGRAFICA DELL'AREA ARCHEOLOGICA DI VIVARA, PUNTA D'ALACA, RIFERITA ALLE PARETI NORD ED EST DELLO SCAVO PRINCIPALE

14) Cfr. la descrizione delle prime ricognizioni sull'isola in Marazzi, Tusa 1991a.

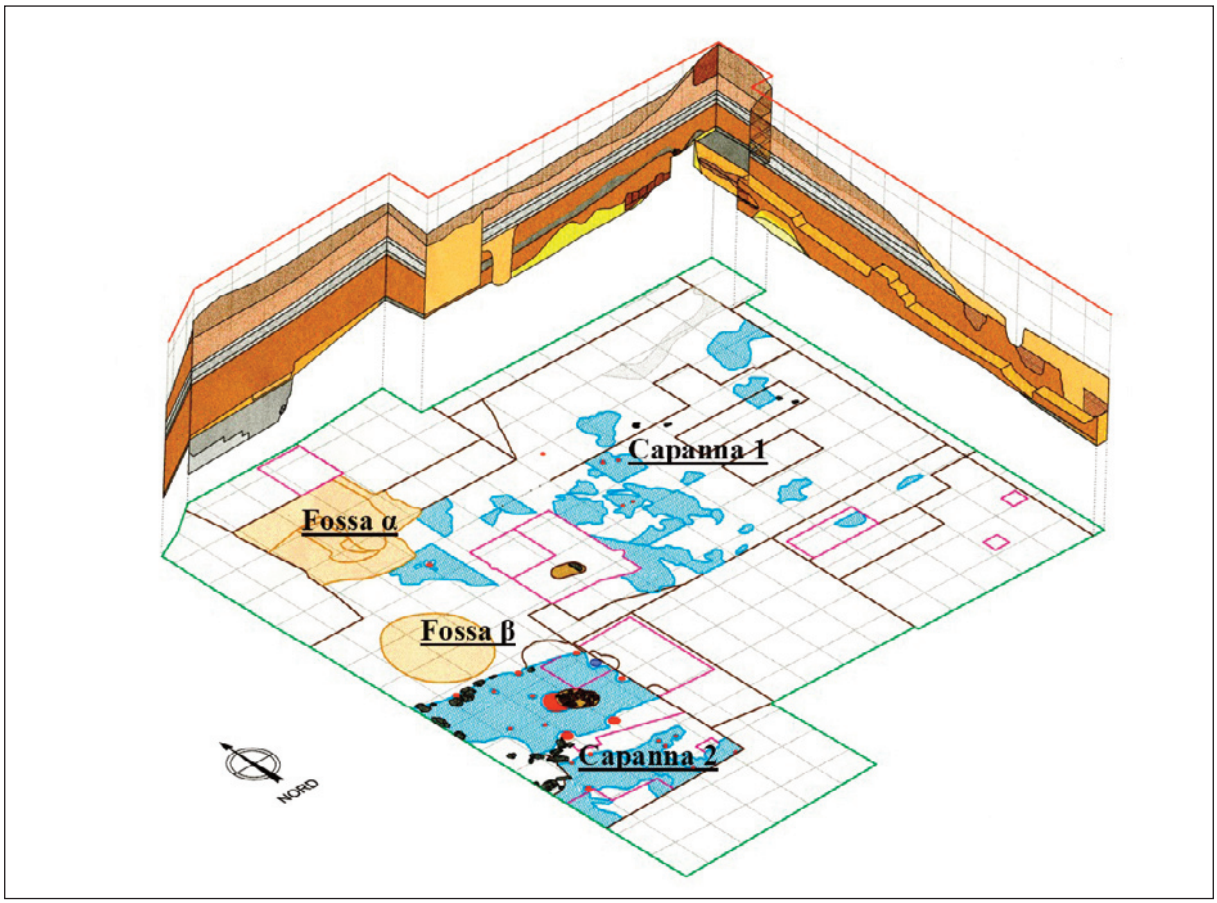
artificiali poste più a monte sulle quali, su fino al pianoro sommitale, erano collocate le strutture capannicole che formavano l'abitato;
- è al di sotto di tale strato (definito di accumulo antico) che sono rimasti conservati i resti collassati delle abitazioni (con tutti i loro arredi) che, incassate a diversi livelli nel banco tufaceo naturale, caratterizzavano l'abitato della Punta d'Alaca.

Questo strato archeologico effettivamente *in situ* si presenta, quindi, ricco di suppellettili integre, spesso rimaste schiacciate sotto i resti degli alzati capannicoli collassati[15].

Diversi battuti pavimentali, attribuibili almeno a 6 abitazioni diverse, sono stati identificati durante le complesse operazioni di scavo stratigrafico, due delle quali, le cd. Capanne 1 e 2 (con l'annesso circolare che fungeva da deposito/magazzino, convenzionalmente indicato come Fossa β), si sono conservate quasi interamente (cfr. *figg.*1 e 5).

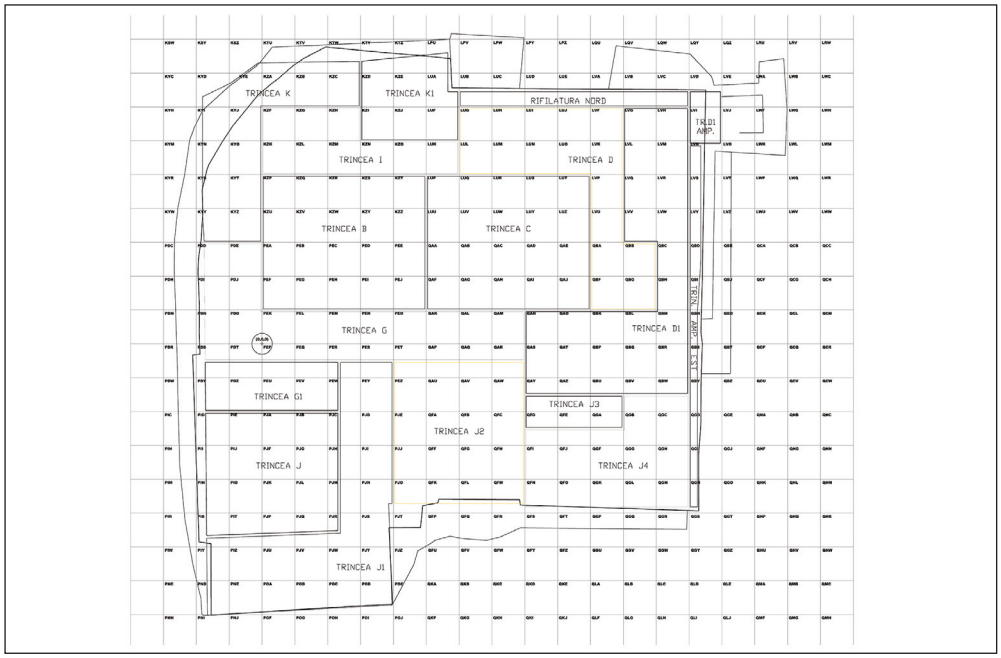
2.2. La cd. Capanna 2

Tra il 1981 e 1982, nelle trincee **G** e **G^{I}** (*figg.* 6-8), venne notato un allineamento di grossi massi associati a frammenti ceramici e lembi di battuto, elementi, questi, che facevano supporre di aver intercettato parte di una struttura abitativa. Per chiarire al meglio la situazione qui evidenziata, con la ripresa degli scavi nel 1987, venne aperta un'ulteriore trincea denominata **J** (cfr. *figg*. 1 e 6); la nuova trincea presentava le stesse caratteristiche stratigrafiche riscontrate in

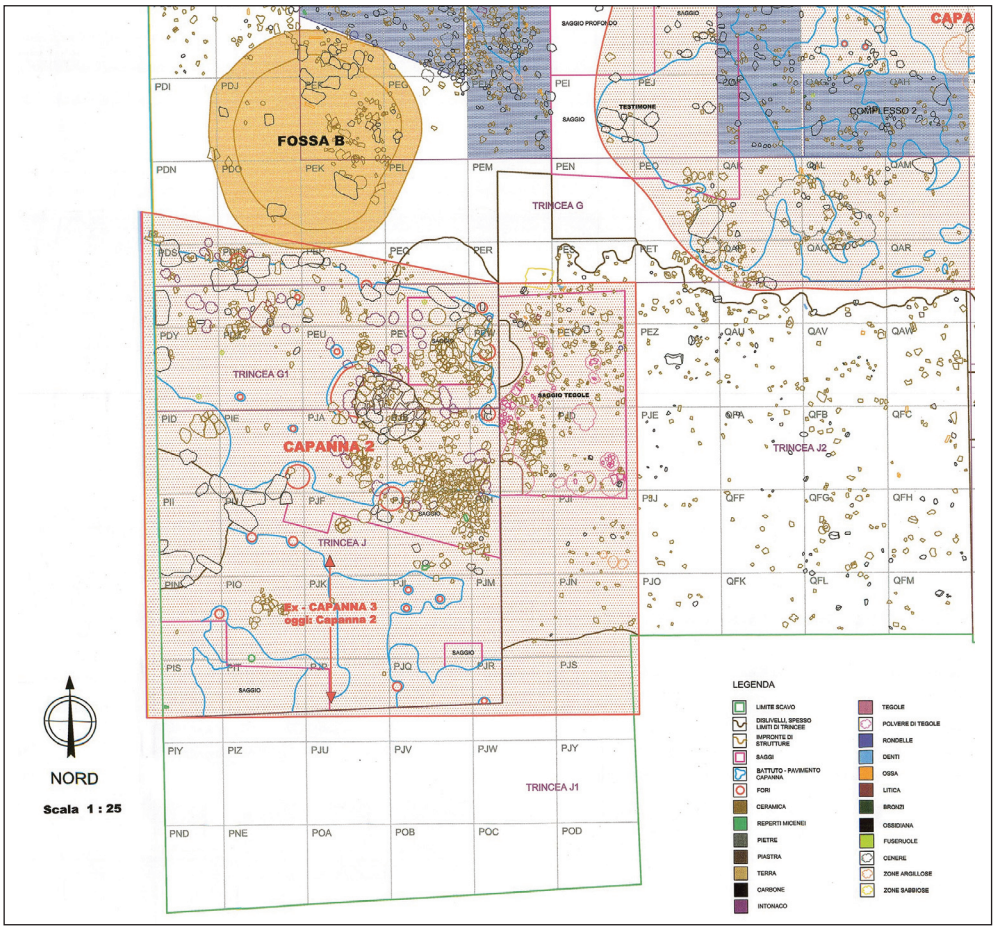


5. PLANIMETRIA DELL'AREA PRINCIPALE DI SCAVO ALLA PUNTA D'ALACA CON LA PROIEZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE DELLE PARETI NORD ED EST E L'INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI STRUTTURE IVI MESSE IN LUCE (elab. grafica di A. Heil)

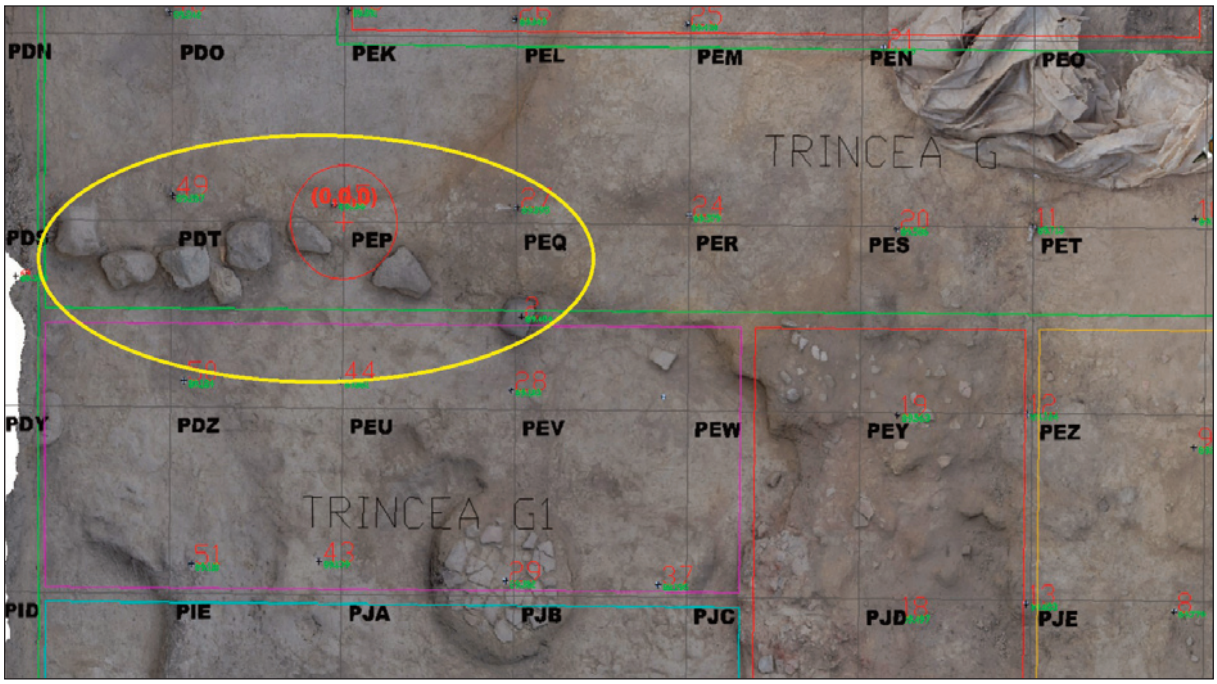
15) Si veda in proposito il quadro presentato in Marazzi, Tusa 1991b, pp. 119-123.



6. PLANIMETRIA GEOREFERENZIATA DELL'AREA PRINCIPALE DI SCAVO ALLA PUNTA D'ALACA CON EVIDENZA DELLE TRINCEE, DEI QUADRATI (m 1x1) E DEI LIMITI DELLE PARETI (elab. grafica di S. Tilia, stato al 2019)



7. PLANIMETRIA DELL'AREA DELLA CAPANNA 2 E DELLA FOSSA β, CON INDICAZIONE DEI REPERTI RINVENUTI NELLO STRATO DI CROLLO SOVRAPPOSTO AI BATTUTI PAVIMENTALI E AL PALEOSUOLO CIRCOSTANTE (elab. grafica di A. Heil, stato al 2000)



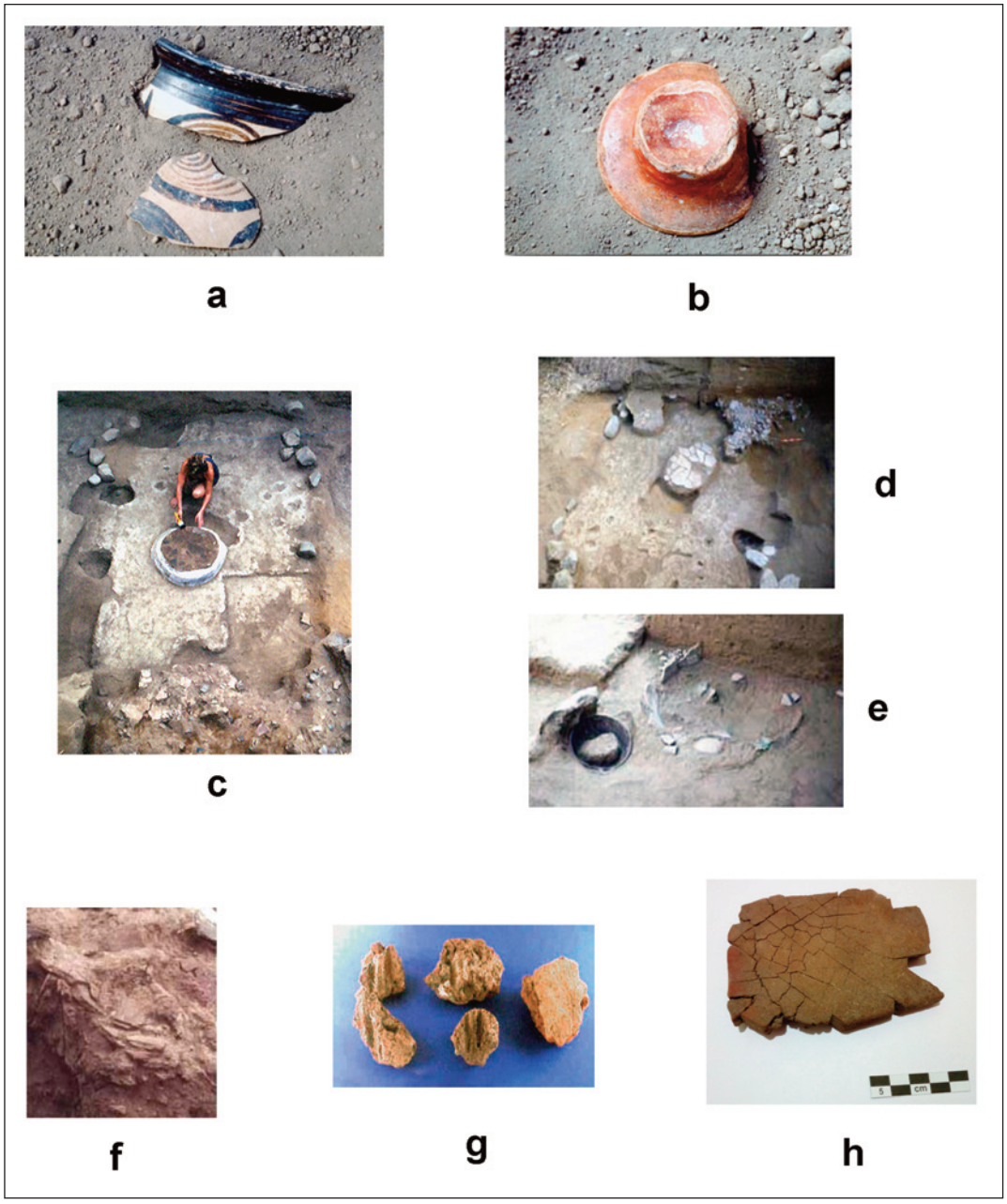
8. ORTOFOTOGRAFIA GEOREFERENZIATA, PARTICOLARE DEL PERIMETRO NORD DELLA CAPANNA 2. IN EVIDENZA LE PIETRE PERIMETRALI *IN SITU* (elab. ortofotogrammetica di S. Tilia)

tutta l'area precedentemente indagata. Infatti, al di sotto del sigillo eruttivo, vi era un consistente strato di "accumulo antico", ricco di materiali ceramici sia d'importazione che d'impasto, il quale copriva un sottile strato ricco di sedimenti scuri al cui interno vi erano scarsi frammenti ceramici e una cospicua quantità di "intonaco" bruciato misto a carboni. Rimosso questo strato, venne intercettato un ulteriore strato il cui sedimento assumeva un colore grigio-rossastro, poco coerente, quasi privo di pietrame, ma ricco di ceneri e con una notevole presenza di concotti riferibili a originari intonaci parietali (alcuni dei quali mostravano ancora le tracce dello scheletro stramineo), e una ingente massa di frammenti riferibili a piastre di tufo lamellare miste a resti di legno combusto, riferibili a una possibile struttura di copertura a "tegole"; frammisti in questo strato di crollo, e in parte a esso sottostanti, erano numerosi frammenti ceramici pertinenti a vasi di varia forma e dimensione (fra di essi si evidenziavano 2 grandi *pithoi* in parte alloggiati nel terreno), nonché oggetti di uso domestico quali macine, fuseruole, rondelle fittili ecc. (*Tav*. II e *fig*. 9)[16].

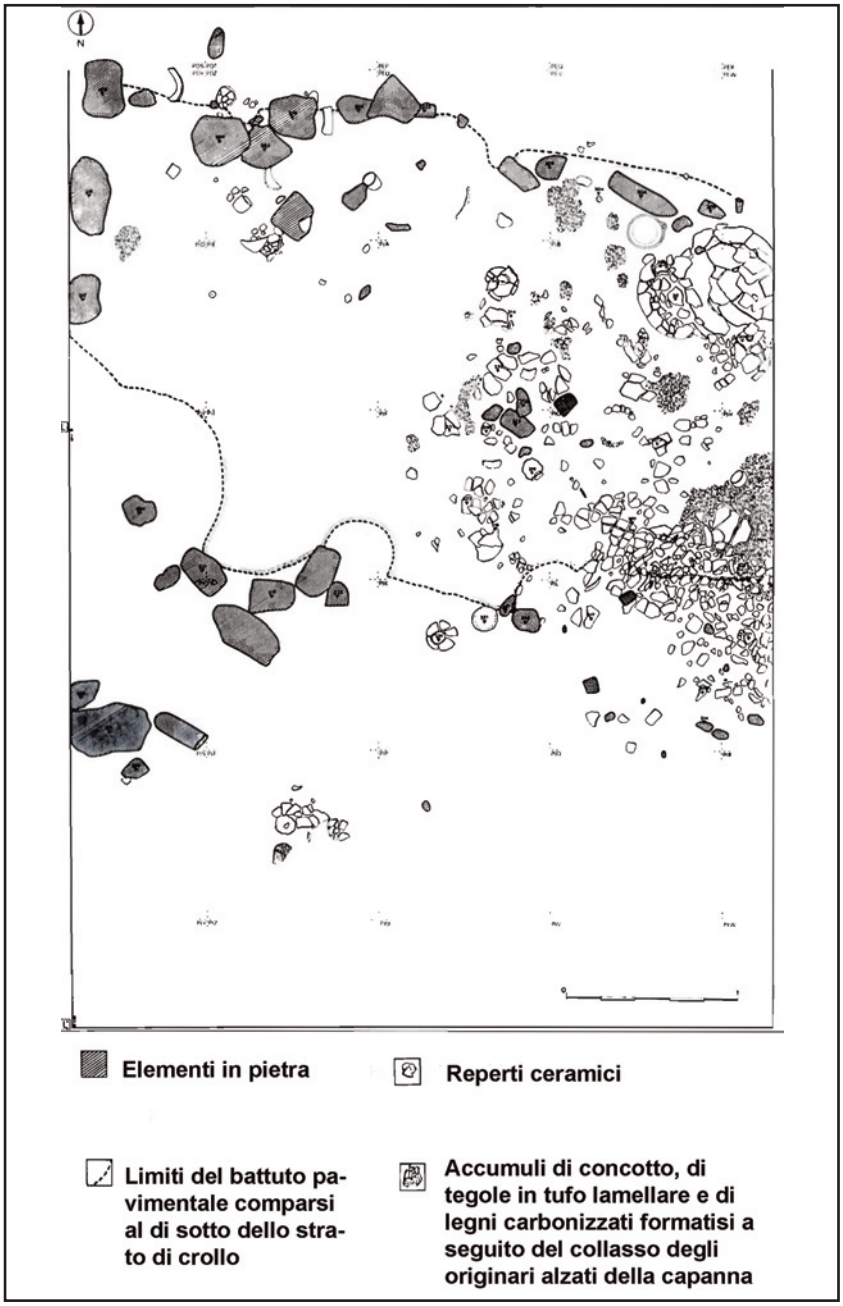
La sua parziale asportazione, permise di mettere in luce un battuto pavimentale costituito da un sedimento molto fine, composto da argilla e sabbia, accuratamente allettate: la struttura testimoniata dal battuto pavimentale, dai resti combusti e collassati degli alzati e dal ricco repertorio di arredi venne definita Capanna 2 (cfr. *Tav*. II, c-e; *fig*. 9)[17].

16) Marazzi, Tusa 1991b, p. 123.

17) La struttura definita Capanna 1 era stata messa in luce nel corso degli scavi 1976-1980. La sua pubblicazione in Marazzi, Tusa 1991a, presenta tuttavia un orientamento non ancora esattamente determinato e una ricostruzione interna ancora imprecisa.



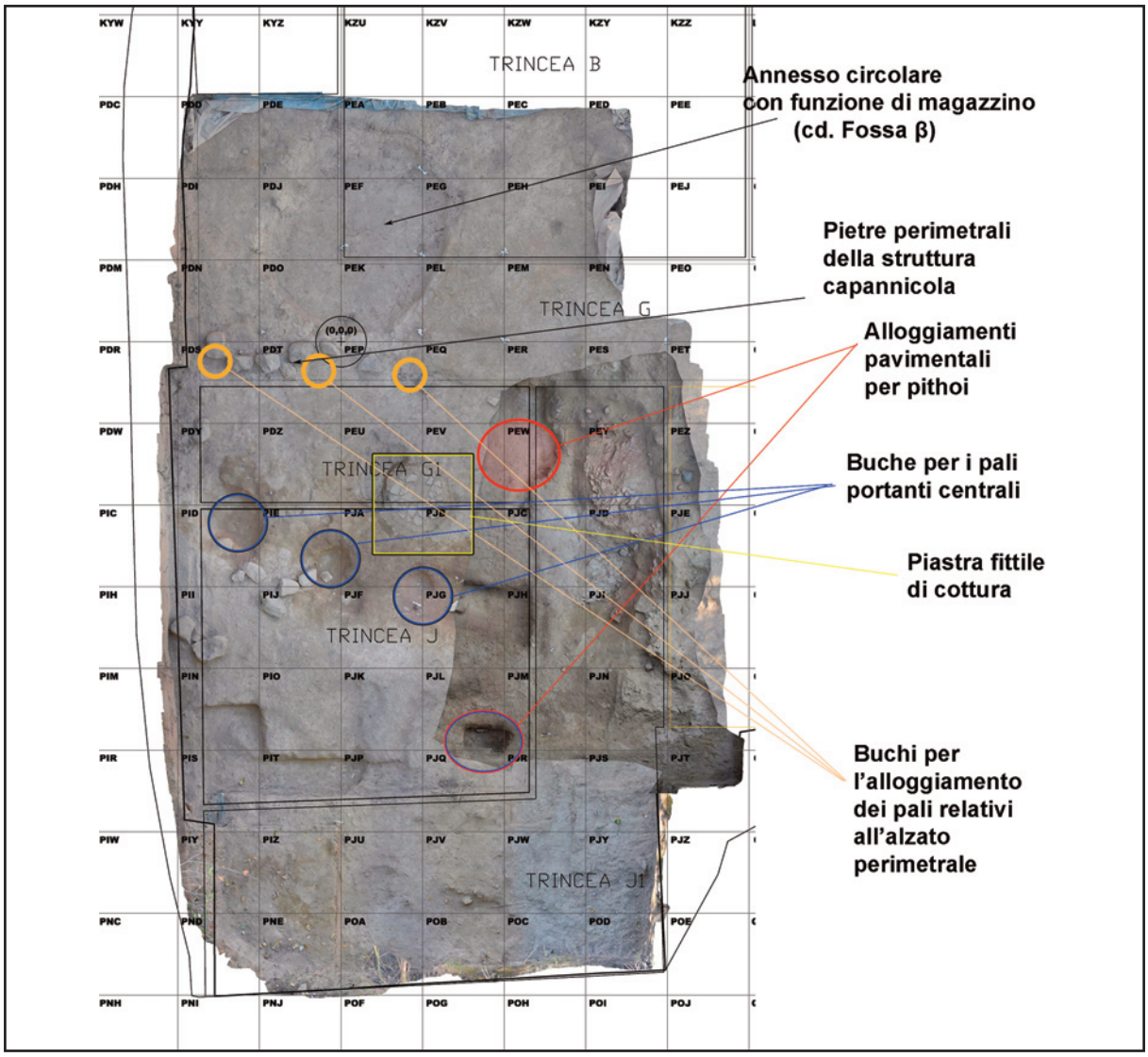
Tav. II. PUNTA D'ALACA. SCAVI 1987-88 DELLA CAPANNA 2: a.-b. ORLO, VASCA E BASE DI *GOBLET* CON DECORAZIONE A SPIRALI RINVENUTI SUL BATTUTO PAVIMENTALE; c. VISIONE D'ASSIEME DEL BATTUTO PAVIMENTALE DA EST DOPO LA SUA COMPLETA MESSA IN LUCE; d. BATTUTO PAVIMENTALE E PIASTRA DI COTTURA DURANTE L'ASPORTAZIONE DELLO STRATO DI CROLLO SULLA PARTE CENTRALE DELLA CAPANNA; e. ANGOLO N-E, SCAVO DI DUE *PITHOI* INSERITI NEL BATTUTO PAVIMENTALE; f. PARTICOLARE DEL CROLLO DI "TEGOLE" IN TUFO LAMELLARE COSTITUENTI PARTE DELLA COPERTURA; g. FRAMMENTI DI CONCOTTO DELLE PARETI RECANTI LE IMPRONTE DELLO SCHELETRO STRAMINEO; h. "TEGOLA" IN TUFO LAMELLARE APPARTENENTE ALLA COPERTURA DOPO LA RICOMPOSIZIONE



9. CAPANNA 2. PARTICOLARE DELLA PLANIMETRIA DEL SETTORE NORD ALLA FINE DELLA CAMPAGNA DI SCAVO DEL 1987 (elab. grafica di A. Heil)

Il suo contorno si presentava tendenzialmente sub-rettangolare, delineato da uno zoccolo spesso all'incirca cm 1,5-2, costituito da un impasto gessoso di colore bianco; inoltre, sono state individuate sei buche di grandi dimensioni (circa cm 20-40), utilizzate come alloggiamento dei pali portanti utili a reggere l'intera struttura capannicola, mentre al centro di essa vi era una piastra fittile utilizzata per la cottura dei cibi (*Tav*. III e cfr. *fig*. 7); per quanto riguarda le pareti, dovevano essere formate da un'incannucciata ed elementi vegetali, poi "foderate" con una sorta di intonaco, di cui abbiamo testimonianza tramite il ritrovamento di un gran numero di frammenti di "intonaco" bruciato, di cui molti conservano le impronte dell'incannucciata (cfr. *Tav.* II, g).

A est della suddetta piastra è stata riscontrata una grande concentrazione di frammenti ceramici, appartenenti a grandi contenitori, ma anche alcuni frustuli di bronzo, rondelle fittili,



Tav. III - CAPANNA 2-ANNESSO CIRCOLARE. VISIONE ORTOFOTOGRAMMETRICA GEOREFERENZIATA DEL COMPLESSO CON EVIDENZA DI ALCUNI ELEMENTI DELLA STRUTTURA

un pestello litico e abbondanti resti di fauna (*fig*. 10)[18]. Più in particolare, l'ispezione dei quadrati PEV – PJB – PJG – PJL – PEU – PJA – PJF – PJK permise di mettere meglio a nudo il crollo che risultava poggiare sull'originario pavimento della capanna: esso cominciava ad apparire a ca. cm 40 dal livello pavimentale; tra i 20 ed i 30 centimetri, insieme a una massa di grumi di lapillo e argilla e a frammenti ceramici spesso pertinenti a grossi vasi, si notava uno strato abbastanza compatto di piastre tufacee rossastre poste di piatto e di taglio, riferibili alle già ricordate "tegole" ricavate dalla lavorazione di sottili strati tufacei lamellari osservabili in diversi punti dell'isola di Procida.

Con lo smontaggio del crollo situato presso il settore orientale della capanna, avvenuto nel corso delle campagne condotte fra il 2015 e il 2019 (PER – PES – PET – PEW – PEY – PEZ – PJC – PJD – PJE – PJH – PJI – PJJ – PJM – PJN – PJO – PJR – PJS – PJT), vennero messi in luce numerosi contenitori, per lo più in buono stato di conservazione; in particolare dal quadrato PJC, al di sotto di uno strato di piccole "tegole" in tufo lamellare, provengono una

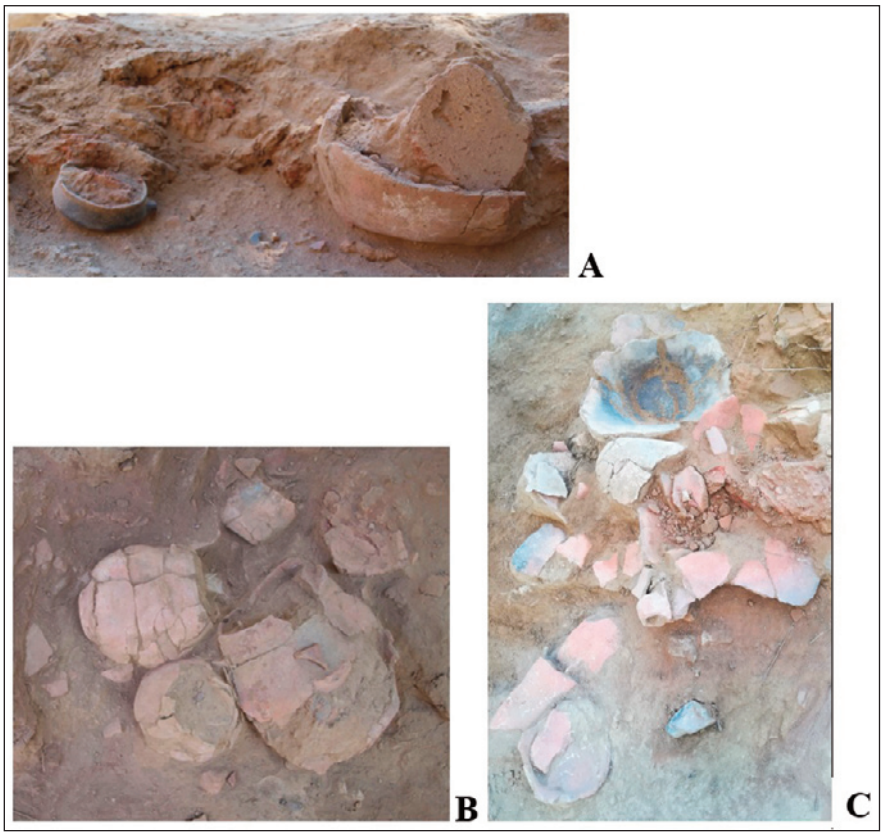
18) Cfr. Marazzi, Tusa 1991a, p. 125.

10. CAPANNA 2. VISIONE DA OVEST DEL SETTORE EST CON EVIDENZA IN PRIMO PIANO DELLA PIASTRA DI COTTURA *IN SITU* E, SULLO SFONDO, DELLO STRATO DI CROLLO SOVRAPPOSTO AL BATTUTO PAVIMENTALE

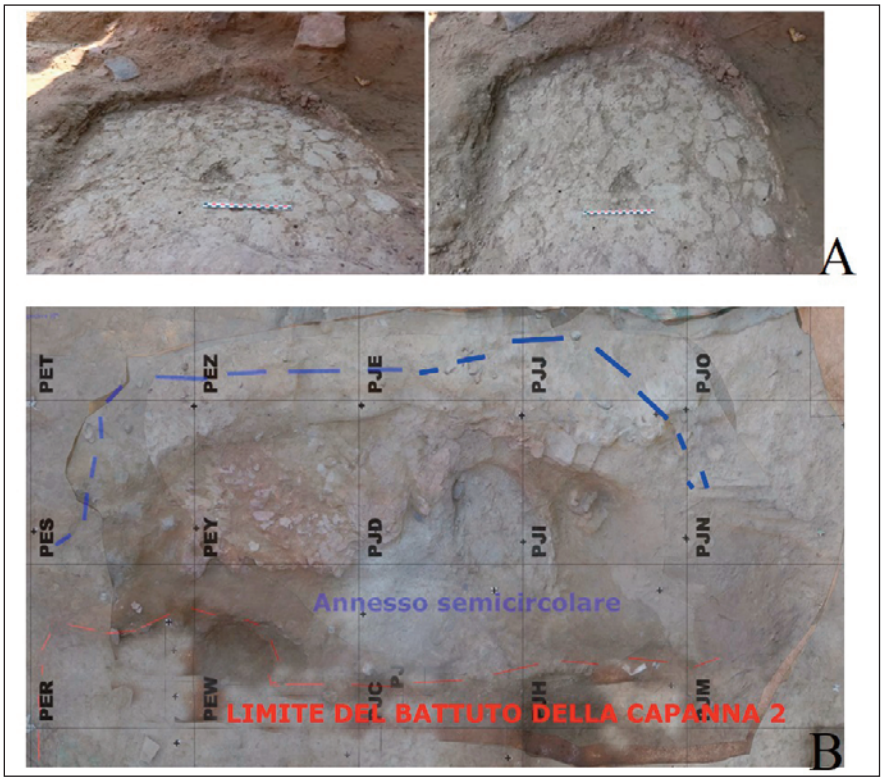
tazzetta (inv. 2016C/3) e la base di un'olla di grandi dimensioni (inv. 2016C/4) a cui, una volta asportati, si aggiunse il ritrovamento nello stesso quadrato di altri cinque contenitori (inv. 2016C/5, 2016C/6, 2016C/7, 2016C/8, 2017C/1), mentre dai vicini quadrati PJD – PJI – PJN, con l'asportazione delle "tegole" tufacee e dei concotti, vennero alla luce ancora altri contenitori (inv. 2017C/2, 2017C/3, 2017C/4) (*fig*. 11).

In seguito, dopo aver parzialmente asportato lo strato di crollo, si notò una struttura semicircolare interpretata come "forno" utilizzato per la cottura delle ceramiche, il quale presenta i resti dell'originario alzato in concotto e un piano in tufo battuto calcinato, ricoperto da uno strato di terreno misto a ceneri (*fig*. 12, A). Osservando questo settore si è potuto notare che il forno semicircolare, insieme all'accumulo dei vasi sopracitati, era posto all'interno di una sorta di annesso semicircolare, posto a una quota più alta di almeno cm 20 rispetto al battuto capannicolo (cfr. *fig*. 12, B; *fig.* 13). Detto annesso è da identificarsi come una zona adibita alla produzione del vasellame, informazione che ci viene suggerita non solo dalla presenza del "forno" rappresentato dai resti della sua originaria struttura in concotto, ma altresì dal ritrovamento, nelle sue immediate vicinanze, di materiali riconducibili a scarti di produzione ceramica (inv. 2017C/5) e di una probabile scoria di lavorazione (inv. 2018C/1; *fig*. 14). È da segnalare anche il ritrovamento di alcune "tegole" con decorazione dipinta con motivi romboidali (*fig*. 15) e di una "tavoletta" iscritta in osso[19].

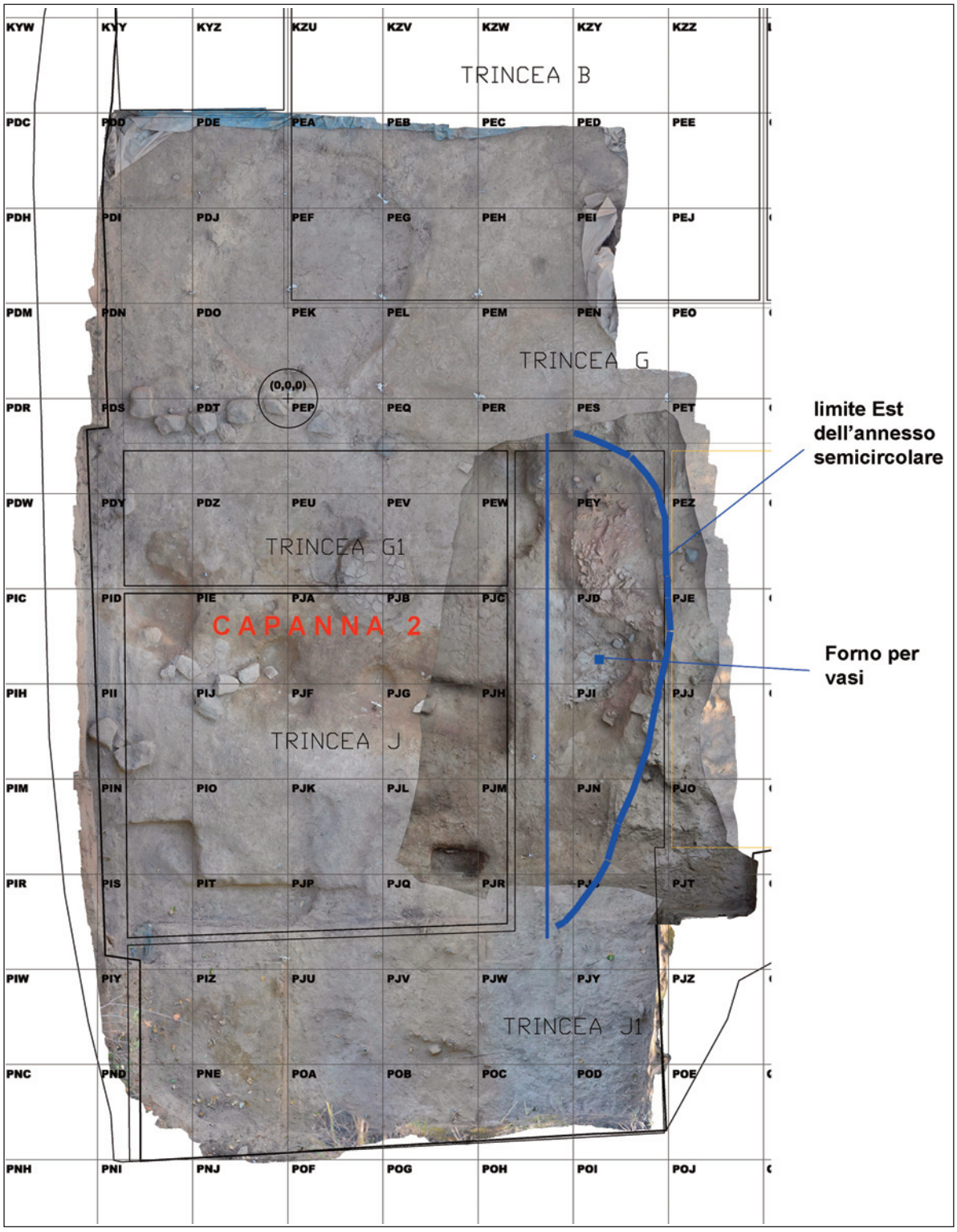
19) Un primo resoconto in proposito è contenuto in Marazzi, Pepe 2018.



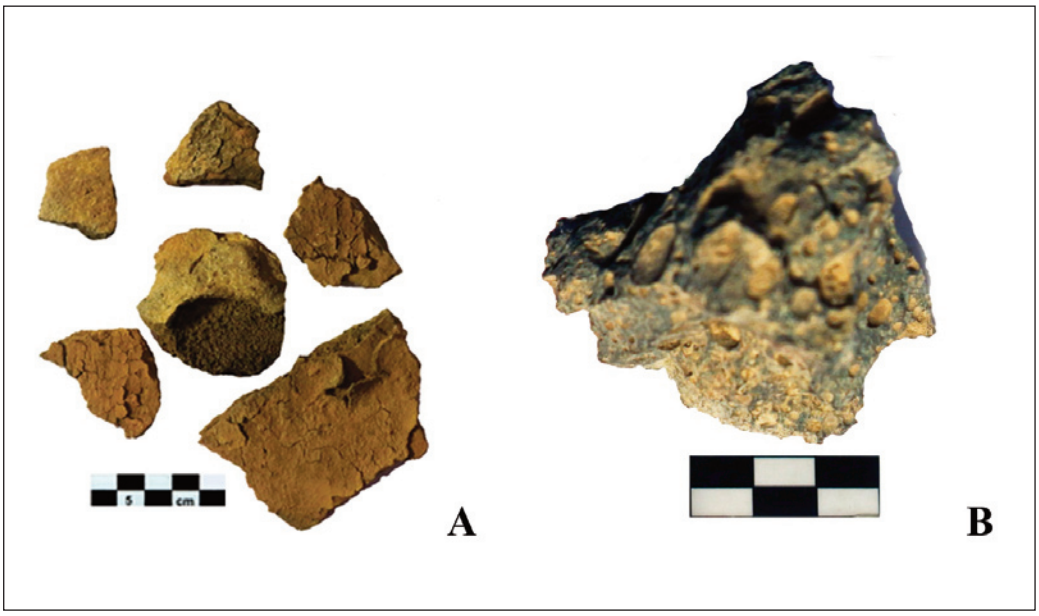
11. CAPANNA 2. IMMAGINI DELLO SCAVO (campagne 2017-2018) DEL CROLLO *IN SITU* DEL SETTORE EST, CON EVIDENZA DEI REPERTI VASCOLARI IVI AFFIORANTI



12. CAPANNA 2. IMMAGINI DELLO SCAVO DEL SETTORE ORIENTALE (campagne 2018-19): A) LA STRUTTURA RICONDUCIBILE A UN FORNO PER CERAMICA; B) VISIONE PLANIMETRICA DELL'INTERO SETTORE ORIENTALE DELLA CAPANNA, CON EVIDENZA DELL'ANNESSO SEMICIRCOLARE IVI MESSO IN LUCE



13. VISIONE ORTOFOTOGRAMMETRICA DELLA CAPANNA 2 E DELLA FOSSA β (al termine della campagna 2018) CON DELIMITAZIONE DELL'ANNESSO SEMICIRCOLARE PRESENTE SUL LATO EST E DEL FORNO PER CERAMICA IVI INDIVIDUATO (elab. ortofotogrammetica di S. Tilia)

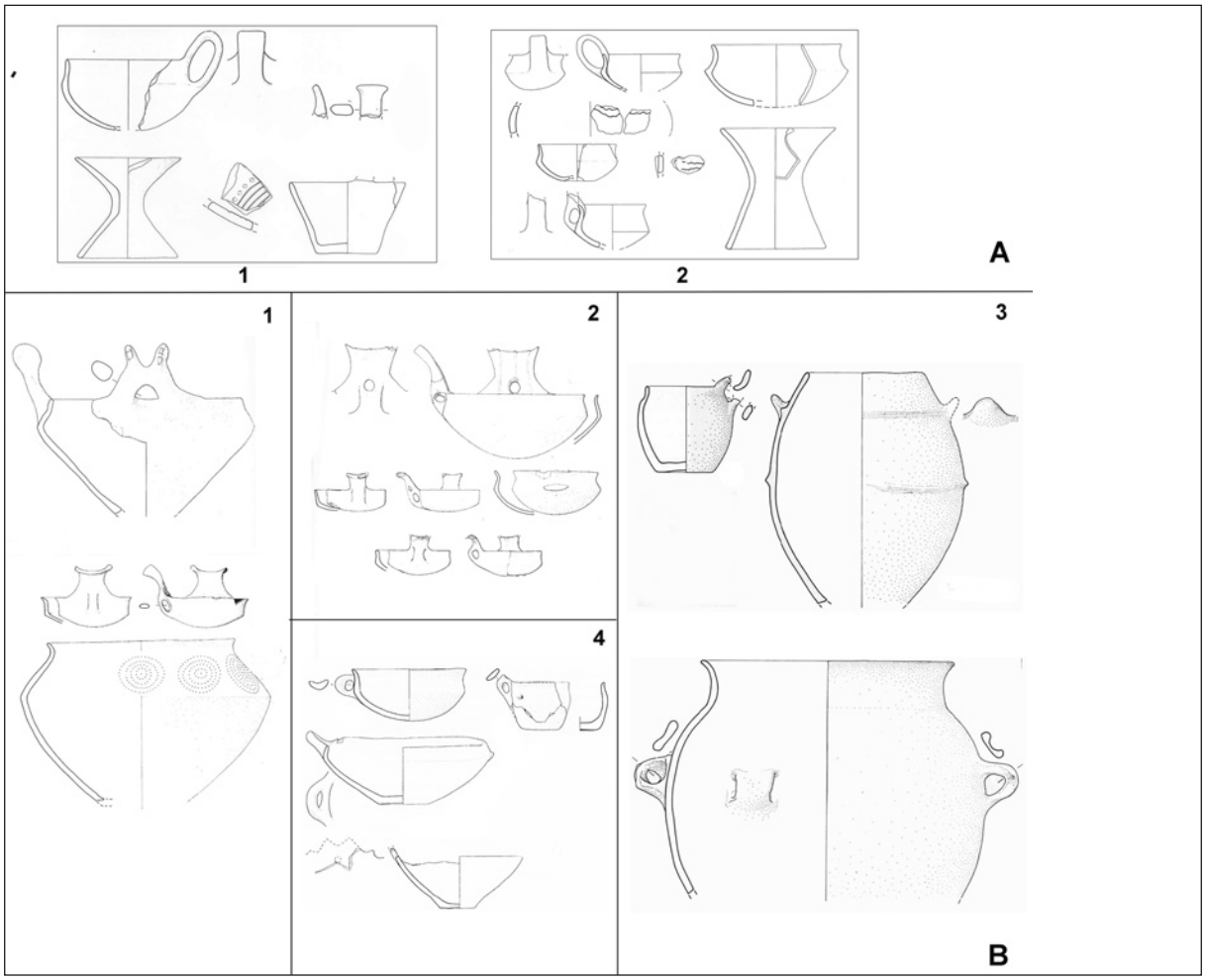


14. SCARTI E SCORIE VASCOLARI CONNESSE CON L'ATTIVITÀ DI PRODUZIONE CERAMICA DEL FORNO VENUTO ALLA LUCE NELL'ANNESSO SEMICIRCOLARE DELLA CAPANNA 2 ALLA PUNTA D'ALACA

15. PARTICOLARE DELLE "TEGOLE" IN TUFO LAMELLARE CON DECORAZIONE GEOMETRICA VENUTE ALLA LUCE NEL CROLLO SOVRAPPOSTO ALL'ANNESSO SEMICIRCOLARE NEL SETTORE ORIENTALE DELLA CAPANNA 2

2.3. I MATERIALI CERAMICI

I dati ottenuti durante le numerose ricerche hanno permesso di collocare cronologicamente gli insediamenti vivaresi alla media età del Bronzo; nello specifico, le ceramiche d'impasto rinvenute in associazione con le strutture abitative messe in luce alla Punta Mezzogiorno sembrano appartenere ad una fase più antica del Protoappeninico B; tra i reperti ceramici, infatti, abbiamo forme tipiche di questa fase, quali tazze a vasca emisferica con alta ansa a nastro e scodelle con *omphalos* e linguetta sull'orlo e sostegni a clessidra (*Tav.* IV, A 1-2)[20]. Questo inquadramento cronologico appare avvalorato anche dalla presenza di frammenti di ceramica d'importazione databili al Tardo Elladico I e I/II, il cui inizio viene fatto convenzionalmente risalire attorno alla seconda metà del XVII sec. a.C.; le stesse tipologie ceramiche rinvenute a Punta Mezzogiorno compaiono anche all'estremità settentrionale dell'isola, nel "saggio E" di Punta Capitello (anche se in contesto stratigrafico indisturbato) e alla Punta d'Alaca, sia dagli strati di accumulo moderno e antico, sia dagli strati della struttura ipogeica definita convenzionalmente Fossa α, preesistente all'impianto capannicolo in questa zona dell'isola[21].

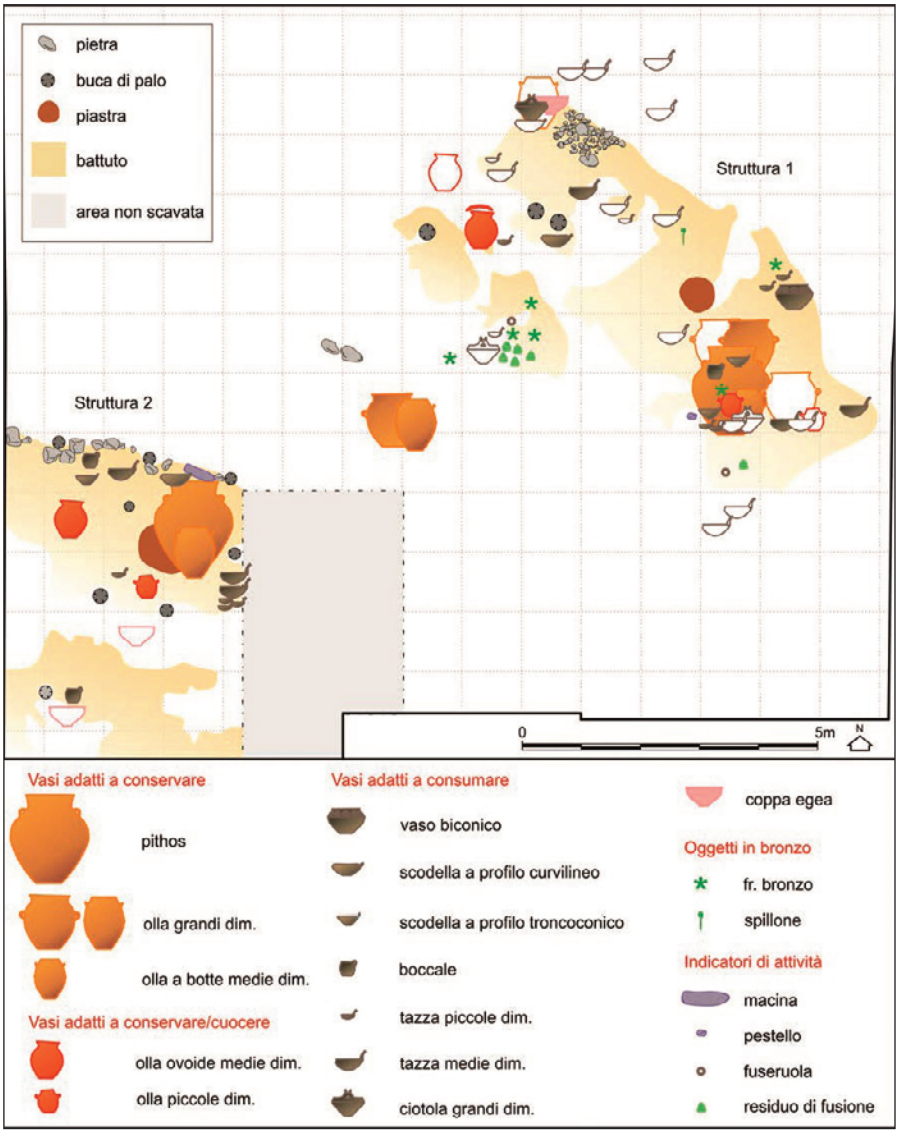


Tav. IV - A.1 E 2: ESEMPI DI FORME VASCOLARI DELLA *FACIES* DI VIVARA-PUNTA MEZZOGIORNO; B.1-4: FORME PRINCIPALI PROVENIENTI DAI LIVELLI DI ABITAZIONE COLLEGATI CON LA CAPANNA 1 (da DAMIANI *et al*. 1984; DAMIANI, DI GENNARO 2003; DAMIANI, DI GENNARO 2016)

20) DAMIANI *et al*. 1984, p. 7; CAZZELLA, RECCHIA 2007; CAZZELLA 2016. Si tenga presente la nuova articolazione in due sottofasi, entrambe appartenenti alla parte iniziale del Protoappenninico B, nell'ambito dell'insediamento alla Punta Mezzogiorno, proposta in CAZZELLA 2016.

21) DAMIANI *et al*. 1984 e CAZZELLA 2016.

Per quanto riguarda le ricerche effettuate alla Punta d'Alaca, le due strutture abitative principali qui rinvenute (Capanna 1 e Capanna 2), fra loro contemporanee, appartengono a una fase di vita più tarda dell'insediamento vivarese, quindi finale nell'ambito della *facies* Protoappenninica, come la stretta associazione dei battuti pavimentali con ceramiche micenee, sicuramente databili fra il TE IIA/B e il TE IIB/IIIA iniziale, sta a testimoniare (un esempio sono i frammenti di *goblet* con decorazione spiraliforme rinvenuti direttamente sul pavimento della Capanna 2; cfr. *Tav* II, a-b). Il repertorio delle forme presenti nelle due strutture è d'altra parte molto simile: recipienti di grandi dimensioni destinati alla conservazione di derrate sia liquide che solide, scodelle troncoconiche, tazze carenate con ansa a nastro con sopraelevazione, tazze carenate con anse ad anello e ciotole carenate di medie e piccole dimensioni. Si vedano, a tal proposito, gli esempi delle forme principali provenienti dai livelli di abitazione collegati con la Capanna 1 (cfr. *Tav.* IV, B 1-4) e il recente studio preliminare condotto da Isa Damiani e Francesco di Gennaro (con la tavola comparativa qui riportata alla *fig*. 16).



16. PUNTA D'ALACA. CAPANNE 1 E 2: CARTA DI DISTRIBUZIONE DELLE FORME CERAMICHE LOCALI (presentata in Damiani, di Gennaro 2016)

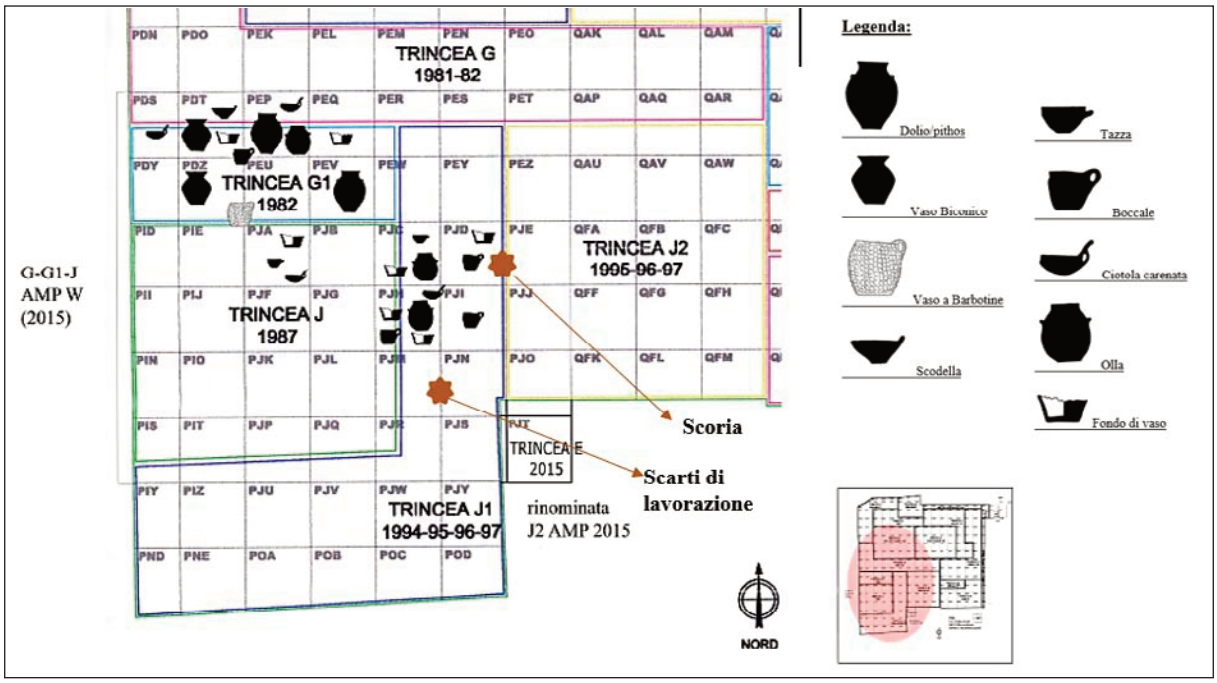
Da segnalare, inoltre, è il ritrovamento fra gli arredi della Capanna 1 di un grande vaso biconico decorato con punti di cerchi concentrici, dalla fabbrica molto raffinata e dalla superficie lustra scura, interpretato come un contenitore di cibi o bevande pregiate, e forse non locale (cfr. disegno alla *Tav.* IV, B1, in basso, e *fig*. 17)[22]. L'elemento di differenza tra le due strutture capannicole è rappresentato dalla presenza del "forno" e dell'annesso semicircolare riscontrati nel caso della Capanna 2 (cfr. *figg*. 12-13). Questo lascia supporre che la seconda struttura fosse direttamente coinvolta nei processi di lavorazione e produzione del vasellame.

17. IL GRANDE VASO BICONICO CON DECORAZIONE A CERCHI IN PUNTINATO

2.4. Prime rilevazioni sul *corpus* ceramico della Capanna 2

Al pari della Capanna 1, anche la Capanna 2 ha restituito un corredo ceramico di cui si osservano differenti forme e dimensioni, nonché differenti destinazioni d'uso. Dall'osservazione spaziale dei ritrovamenti si notano due distinti addensamenti di reperti ceramici, entrambi posti nelle immediate prossimità della piastra di cottura, rispettivamente a Nord-Ovest e a Est della stessa (cfr. quanto illustrato alla *fig*. 18).

Il primo nucleo si concentra lungo il limite nord della capanna; tra i materiali



18. CARTA DI DISTRIBUZIONE (aggiornata al 2019) DELLE FORME VASCOLARI LOCALI FACENTI PARTE DEGLI ARREDI DELLA CAPANNA 2

22) Sulla funzione vd. Damiani, di Gennaro 2016, p. 113; alcuni recenti confronti riporterebbero ad ambiente spagnolo.

troviamo giare di medie e grandi dimensioni, ciotole, tazze carenate, scodelle troncoconiche e olle; particolare è il ritrovamento di una brocca con decorazione a "*barbotine*" (*fig*. 19), le cui analisi gascromatografiche hanno permesso di rilevare tracce di originarie essenze vegetali, forse utilizzate per aromatizzare il latte[23].

19. VASO CON DECORAZIONE A *BARBOTINE* PROVENIENTE DAL LIVELLO DEL BATTUTO PAVIMENTALE DELLA CAPANNA 2. In alto: IL VASO FRAMMENTATO AL MOMENTO DEL SUO RITROVAMENTO DURANTE LA CAMPAGNA DI SCAVO DEL 1987; in basso: IL VASO RICOMPOSTO E OGGI CONSERVATO NEI LABORATORI DELLA TERRA MURATA DI PROCIDA

L'osservazione tipologica dei materiali ceramici permette di datarli tra la fine del XVI e la prima metà del XV sec. a.C., collocandoli nella fase avanzata del Protoappenninico B[24], interpretazione che viene, anche in questo caso, confermata dalla associazione già sopra ricordata con i reperti d'importazione provenienti dalla stessa struttura.

Lo stesso inquadramento cronologico vale per il secondo nucleo di materiali, cioè quello rinvenuto in un'area a est della piastra di cottura, e più precisamente all'interno del postulato annesso circolare sul lato corto est della struttura capannicola.

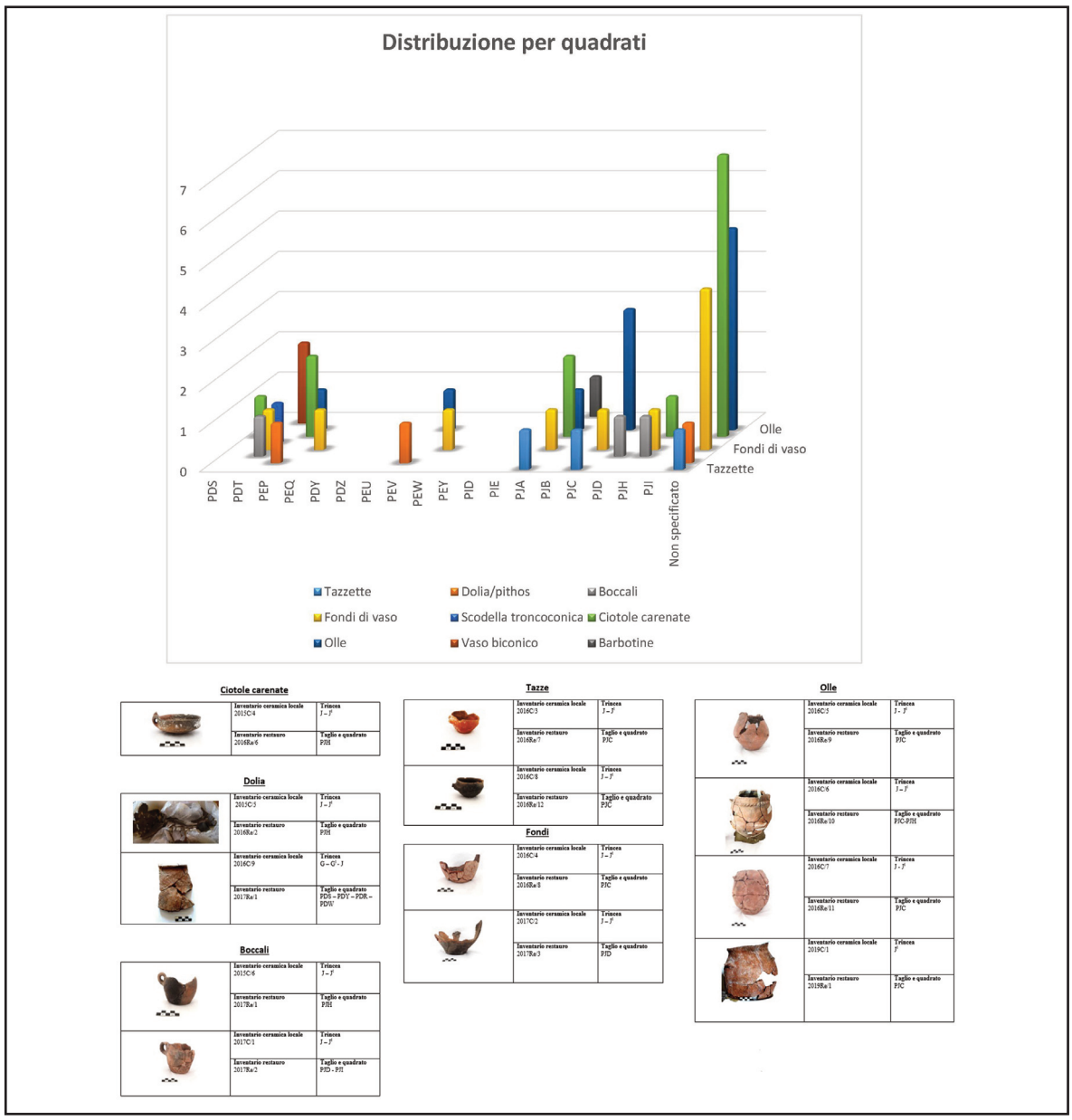
Le forme qui rinvenute si presentano coerenti con quelle individuate presso il limite nord della capanna; sono infatti presenti piccole tazze, ciotole carenate, brocche e olle (*fig*. 20).

Va notato, tuttavia, che i materiali, rinvenuti schiacciati al di sotto del crollo delle pareti, presentano una fattura non molto accurata e per questo mostrano uno stato di particolare fragilità. Questa caratteristica ha reso necessario un primo consolidamento *in loco* al momento del recupero e l'esecuzione di "bendaggi" (*fig*. 21), cui sono seguite, in laboratorio, varie operazioni di restauro, volte all'assemblaggio e ove necessario all'integrazione dei contenitori.

A conclusione di questo breve resoconto preliminare sui manufatti ceramici di produzione locale provenienti dalla Capanna 2, si presenta un grafico relativo alle percentuali delle diverse forme (cfr. *fig*. 20) in relazione ai quadrati di rinvenimento (in proposito cfr. *figg*. 13 e 18).

[M.S.D.C.]

23) Martlew *et al.* 2008, p. 279 fig. n.13; da ultimo Pepe 2016.
24) Damiani *et al.*1984, p. 11; Damiani, di Gennaro 2003; Damiani, di Gennaro 2016.



20. RIPARTIZIONE PER CATEGORIE FUNZIONALI DELLE FORME VASCOLARI PROVENIENTI DALLA CAPANNA 2

21. OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO *IN SITU* PRIMA DEL PRELIEVO DEI VASI RINVENUTI NEL CROLLO DEL SETTORE ORIENTALE DELLA CAPANNA 2 (campagne 2017-18)

3. LE CERAMICHE D'IMPORTAZIONE: LAVORI PRELIMINARI AL NUOVO CATALOGO GENERALE

3.1 Il *corpus* delle ceramiche d'importazione da Vivara: storia della sua formazione

Già negli anni '30, durante gli scavi condotti da G. Buchner nell'area di Punta Capitello, vennero alla luce le prime testimonianze di ceramiche d'importazione egea. I reperti, segnalati dallo scavatore in margine al *report* pubblicato nel 1936-37 relativo alle ricerche svolte a Ischia[25], furono successivamente considerati nel catalogo delle ceramiche micenee rinvenute in Italia di W. Taylour[26]. Una loro più precisa datazione e attribuzione tipologica, anche alla luce dei risultati ottenuti dai nuovi scavi ripresi nel 1975, fu tuttavia possibile soltanto con la realizzazione del primo catalogo ragionato edito nel 1994[27]. I ritrovamenti effettuati successivamente alla pubblicazione di tale catalogo sono stati illustrati in forma non sistematica in una serie di contributi comparsi attorno agli anni 2000[28].

La necessità di pubblicare un nuovo catalogo, con caratteristiche di impostazione diverse rispetto a quello del 1994, si è palesata soprattutto dopo la ripresa, nel 2014, degli scavi annuali alla Punta d'Alaca.

Il nuovo catalogo, la cui pubblicazione dovrebbe aver luogo entro i primi mesi del 2021, intende non solo comprendere in maniera organica i numerosi ritrovamenti di ceramiche d'importazione effettuati dalla metà degli anni '90 fino al 2019 ma, soprattutto, è finalizzato a una puntuale contestualizzazione degli stessi. Un intenso lavoro di ricostruzione e studio dei contesti archeologici è infatti cominciato dal 2017 presso i magazzini-laboratorio del Museo Civico di Procida "Sebastiano Tusa". In questa sede si intende offrire un resoconto del lavoro in corso e anticipare una serie di dati in proposito.

3.2 Informatizzazione dei dati

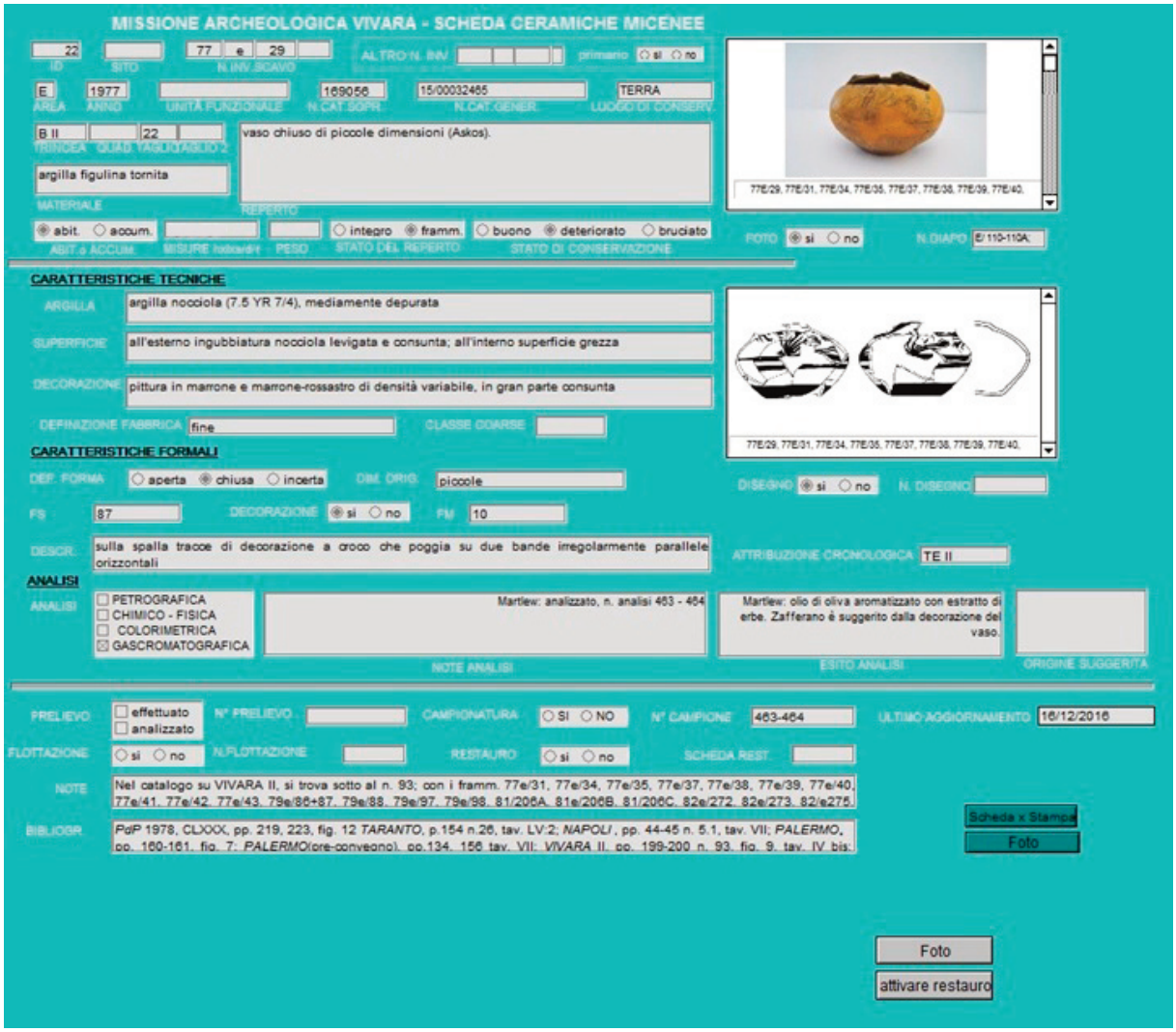
La fase preliminare del progetto ha riguardato l'organizzazione e l'elaborazione di tutti i dati riguardanti i singoli reperti, condotta di pari passo con l'acquisizione di una completa documentazione grafica e fotografica. L'informatizzazione di tutte le conoscenze acquisite è stata il necessario punto di partenza per una più attenta disamina finalizzata alla catalogazione e categorizzazione dei materiali secondo le distinte classi di appartenenza.

Le informazioni raccolte in forma di *database* si suddividono in tre diverse categorie (oltre alla documentazione grafica e fotografica contenuta in un *database* correlato):

- *Campi identificativi del reperto*: identificativo del catalogo, numero di inventario di scavo, anno di rinvenimento, ecc.;
- *Campi di contestualizzazione del reperto*: struttura/area del sito in cui è stato rinvenuto (area, trincea, quadrato, taglio, unità funzionale, attribuzione stratigrafica); campi indicanti informazioni relative al reperto: stato del reperto, luogo di conservazione;
- *Caratteristiche tecniche del reperto*: peculiarità della fabbrica, trattamento delle superfici interna ed esterna, presenza di elementi di decorazione, ecc.;
- *Campi riguardanti eventuali interventi*: prelievi per analisi fisico-chimiche, gascromatografiche, petrografiche, ecc.

25) Buchner 1936-37; sulle ricerche di G. Buchner a Vivara si faccia riferimento a quanto illustrato in Marazzi, Tusa 1991a.
26) Taylour 1958.
27) Cfr. i contributi di M. Marazzi, S. Panichelli e L. Re in Marazzi, Tusa 1994, p. 57ss. e p. 173ss.; notizie preliminari di una certa ampiezza sui ritrovamenti micenei erano state precedentemente date in Marazzi 1982; Marazzi 1985; Marazzi 1986.
28) Fra essi si ricordano soprattutto: Marazzi 1993b; Re 1993; Marazzi, Tusa 2001, pp. 303-305; Marazzi 2003; Merkouri 2005; Merkouri 2010.

Oltre ai *database* relativi alla documentazione grafica e fotografica, anche i *database* concernenti il restauro, le campionature e/o specifiche provenienze (ad es. da flottazione) sono interrelati con il *database* del catalogo (*fig.* 22).



22. ESEMPIO SCHEDA *DATABASE* DELLE CERAMICHE MICENEE

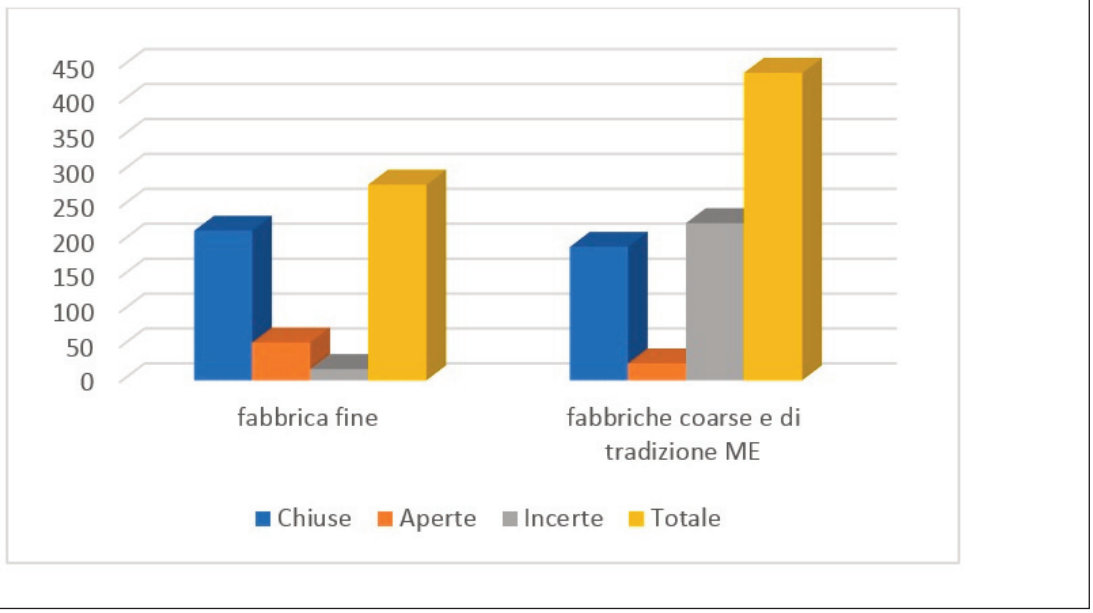
3.3 Analisi valutative e studio del *corpus*[29]

I ritrovamenti vivaresi si caratterizzano per la ricca presenza di fabbriche ceramiche elladiche comprendenti non solo le produzioni cd. fini "*par excellence*", ma anche fabbriche di tradizione mesoelladica, dipinte e non, e fabbriche *coarse*, per lo più giare di medio-grandi dimensioni adatte al trasporto via mare e/o all'uso quotidiano (cfr. il diagramma alla *fig.* 23)[30].

3.3.1 Le ceramiche fini

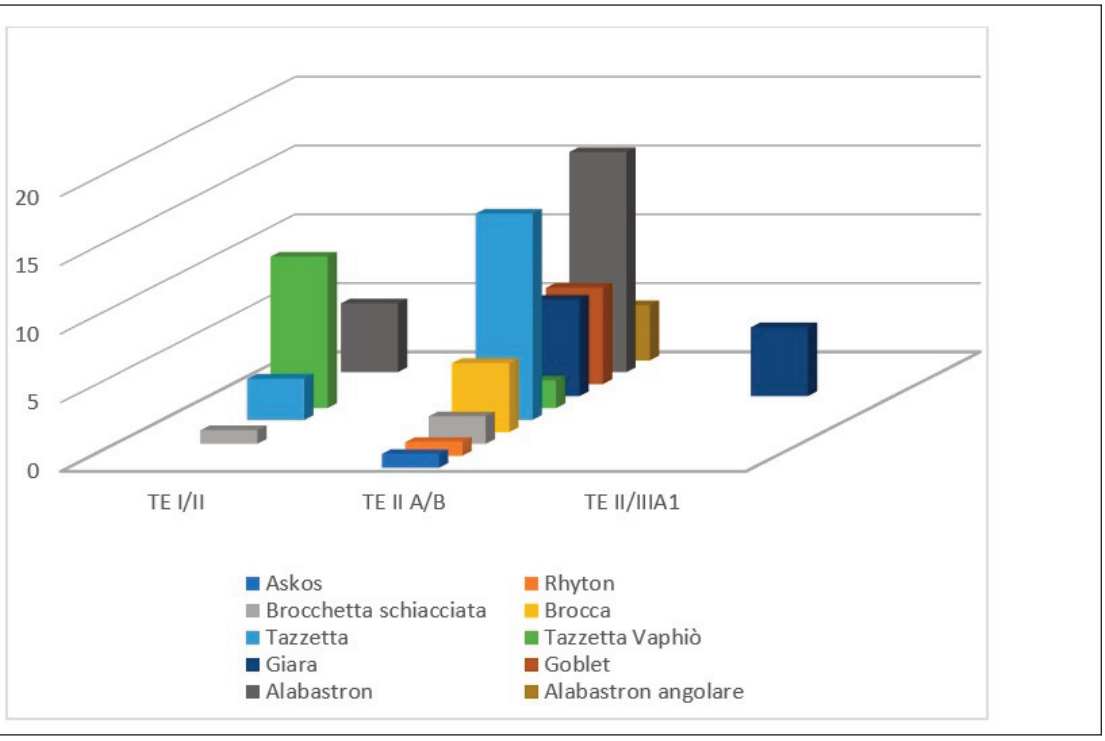
Per quanto riguarda le ceramiche egee di fabbrica fine, il materiale rinvenuto ha reso possibile effettuare una categorizzazione sotto il profilo delle forme e delle decorazioni secondo

29) Per le analisi gas-cromatografiche condotte o in corso di svolgimento, cfr. quanto illustrato qui più avanti al § 9.
30) Per una recente visione d'assieme cfr. Marazzi 2016a e Marazzi, Pepe 2018.



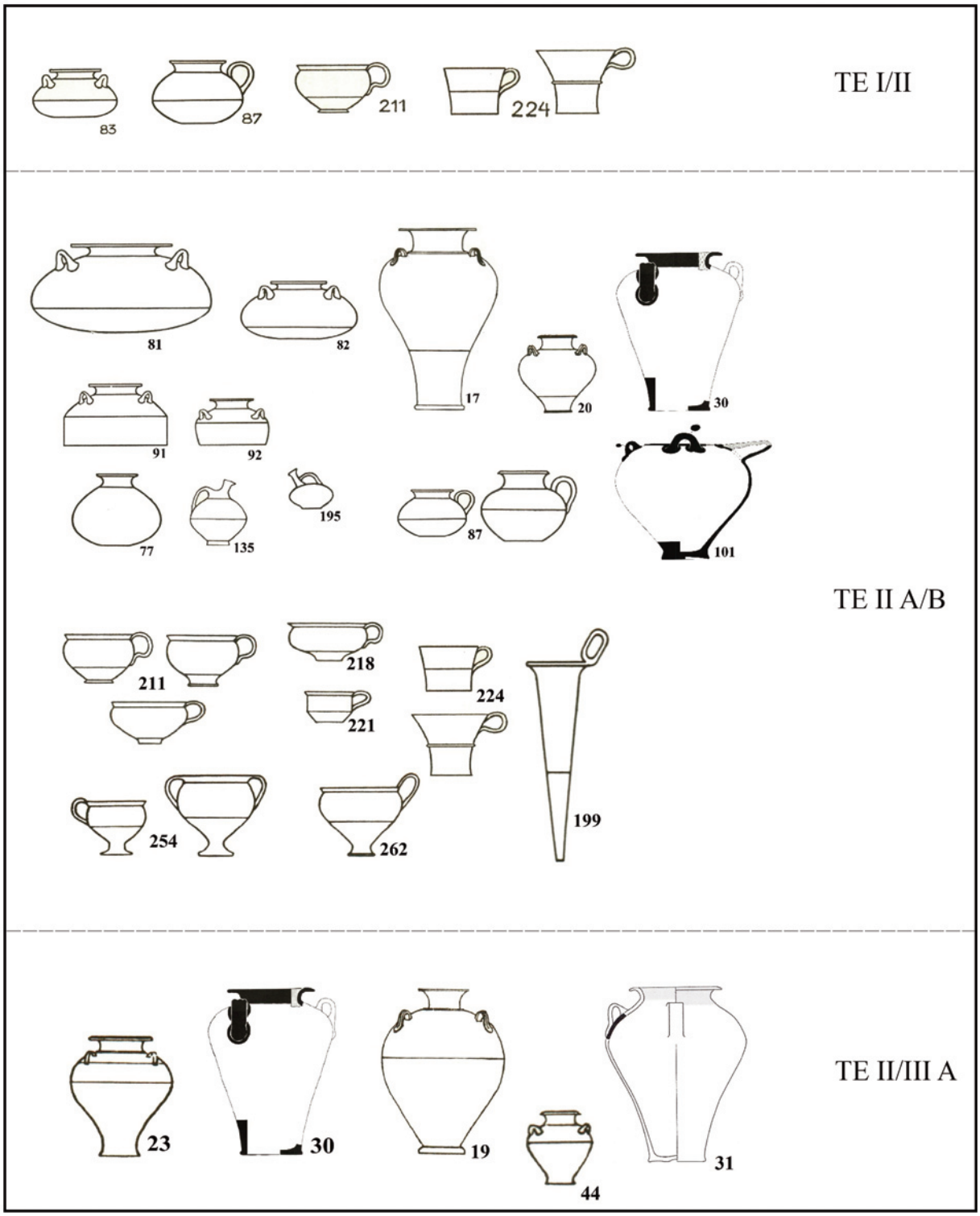
23. DIAGRAMMA DELLE CERAMICHE *COARSE* E FINI RELATIVO ALLE FORME CHIUSE, APERTE, INCERTE

i principi e i riferimenti contenuti nelle opere base di A. Furumark[31] e P. Mountjoy[32], articolando la totalità dei frammenti appartenenti a questa classe in tre raggruppamenti cronologici: TE I/IIA, TE II A/B e TE II/IIIA (cfr. diagramma alle *figg*. 24-25).



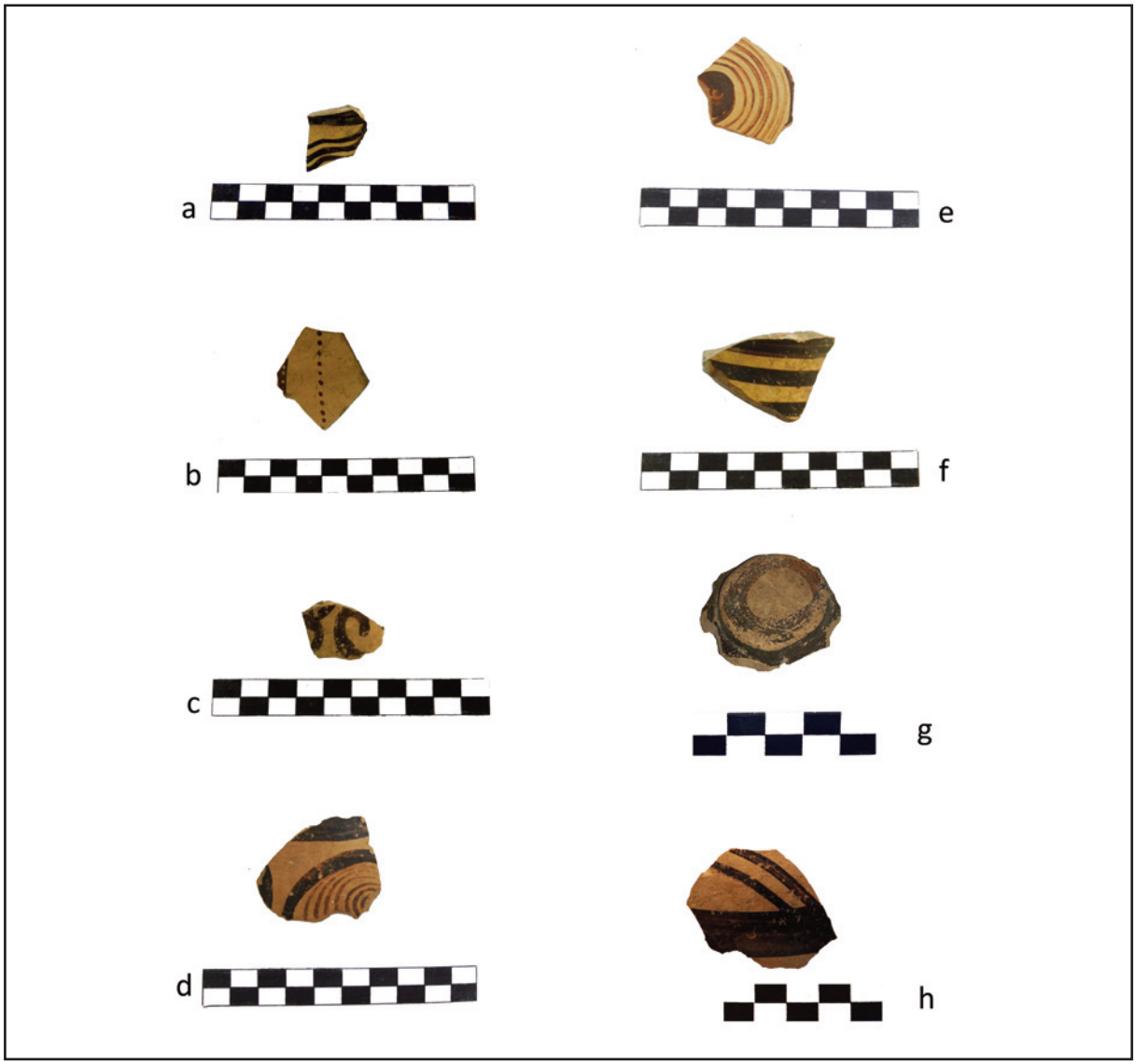
24. DIAGRAMMA RELATIVO ALLE FORME VASCOLARI EGEO-MICENEE ATTESTATE A VIVARA NEL TE I/II, TE II A/B, TE II/IIIA1

31) Furumark 1941.
32) Mountjoy 1993; Mountjoy 1999; Mountjoy 2008.



25. REPERTORIO TIPOLOGICO DELLE FORME ATTESTATE A VIVARA DAL TE I AL TE IIIA1 (sulla base di FURUMARK 1941)

La maggior parte dei frammenti di fabbrica fine rinvenuti è riconducibile a vasi di medie e medio-piccole dimensioni attribuibili soprattutto a forme chiuse (non sempre definibili con esattezza sotto il profilo tipologico) (*fig.* 26). L'argilla risulta nella maggioranza dei casi ben depurata e di colore variabile, le superfici presentano generalmente un'ingubbiatura lustra e tracce di decorazione in pittura brillante o semilustra di densità variabile e di colore oscillante dal marrone-nero al rosso. I motivi decorativi attestati sono vari: numerosa è la presenza di decorazioni lineari a bande parallele e orizzontali e di bande ad andamento curvo interpretabili, per lo più, come porzioni del motivo a spirale. Sono inoltre accertati ulteriori motivi decorativi come quelli più propriamente floreali (edera, croco, steli multipli), a racchetta, a doppia ascia, a linee sinuose, a cerchietti e puntini.



26. ESEMPI DI CERAMICHE EGEO-MICENEE DA VIVARA: a. INV. 78E/52 – Frammento di spalla e attacco del collo di *alabastron* di piccole dimensioni (FS 83), con motivo decorativo a "steli multipli" (FM 19); b. INV. 80E/155bis – Frammento di parete di vaso chiuso di medie dimensioni con decorazione dipinta probabilmente a "doppia ascia" (FM 35); c. INV. 81E/203 – Frammento di parte superiore di parete di vaso chiuso di medio-grandi dimensioni, con motivo decorativo a "edera/*sacral ivy*" (FM 12); d. INV. 87E/153 – Frammento di parte superiore di brocchetta schiacciata (FS 87), con motivo decorativo spiraliforme (FM 46); e. INV. 94E/60 – Frammento di parete di brocchetta schiacciata (FS 87) di medie dimensioni di fattura molto raffinata, con motivo decorativo spiraliforme (FM 47); f. INV. 94E/80 – Frammento di giara di grandi dimensioni (FS 30), con motivo decorativo a fasce; g. INV. 2019E/2 – Base di tazzetta (FS 221); h. INV. 2019E/8 – Frammento di parete di vaso di forma chiusa, con motivo decorativo geometrico

Le principali forme chiuse sono riconducibili alle categorie delle brocche, giare, *alabastra*, *askòi*, mentre le forme aperte maggiormente attestate sono la tazzetta emisferica e di tipo Vaphiò e il calice o *goblet*; vi è inoltre la presenza di un solo frammento di piccole dimensioni riconducibile a un *rhytón*.

Lo studio delle forme e dei motivi decorativi, coniugato con i risultati ottenuti dalle analisi chimico-fisiche eseguite da R. Jones[33], ha permesso in molti casi di identificare le maggiori aree di provenienza del materiale vivarese (essenzialmente quelle del Peloponneso nord-orientale e meridionale).

Fra i reperti di fabbrica fine di maggiore significatività, provenienti dai livelli dell'abitato messi in luce alla Punta d'Alaca, particolare rilevanza assume l'*askós* inv. 77E/29 (*fig.* 27). La sua importanza risiede non solo nel fatto di essere conservato quasi per intero e di mostrare con chiarezza gli elementi pittorici che ne caratterizzano la decorazione, ma anche per il dato cronologico che esso offre. L'*askós* in questione presenta sulla spalla chiare porzioni del motivo decorativo a croco impostato su due bande parallele che corrono lungo la circonferenza del vaso nel punto più largo; un'ulteriore banda orizzontale si svolge alla base. Questo tipo di decorazione, associata alla forma, ha permesso di datare il reperto a una fase avanzata del TE II A, attribuzione cronologica che rappresenta il riferimento più antico per la datazione dell'abitato presente in questa parte dell'isola[34]. Le analisi gas-cromatografiche condotte sull'*askós* vivarese hanno inoltre rivelato che esso conteneva olio con estratti vegetali, probabilmente un profumo o un olio balsamico[35].

27. *ASKÓS* CON DECORAZIONE A CROCO: FOTO, DISEGNO E RICOSTRUZIONE GRAFICA DEL MOTIVO DECORATIVO (foto Archivio Missione Vivara; elab. grafica di A. Lisandri, 1982, e di T. De Stefano, 2018)

33) Cfr. Jones in Marazzi, Tusa 1994, pp. 303-315; Jones *et al*. 2014, pp. 200-343.

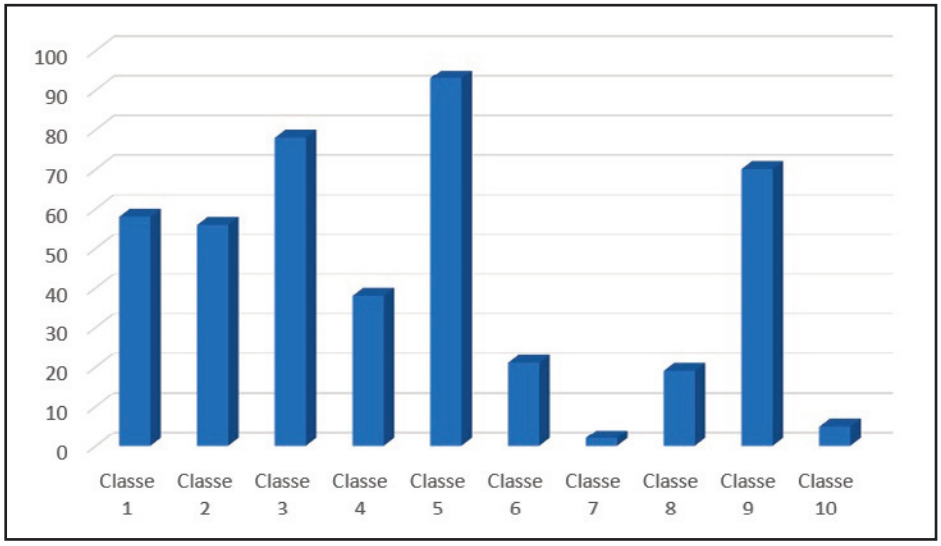
34) I reperti più antichi provenienti dall'area della Punta d'Alaca appartengono, infatti, o a livelli di accumulo, antico e moderno, e quindi riconducibili ad abitazioni originariamente poste nell'area dell'abitato collocato più a monte, oppure ai livelli che caratterizzano i diversi strati di riempimento della cd. Fossa α, la cui genesi è anteriore all'impianto dell'abitato in questa zona.

35) Martlew *et al.* 2008, pp. 273ss.; Pepe 2016.

3.3.2 Le cd. ceramiche *coarse* e le fabbriche di tradizione mesoelladica

Il *corpus* delle ceramiche egee di Vivara comprende, come detto, oltre alle ceramiche di fabbrica fine anche ceramiche fini ma di tradizione mesoelladica, come le cd. *matt-painted* o quelle *burnished*, e ceramiche egee di uso corrente, cosiddette *coarse*.

Il *corpus* delle ceramiche *coarse* presenta un notevole numero di frammenti raggruppati, sulla base delle caratteristiche tecniche e formali che li distinguono, nelle diverse classi definite in occasione della pubblicazione del primo catalogo[36] (cfr. il diagramma alla *fig.* 28). Purtroppo la maggioranza dei reperti è stata rinvenuta in forma molto frammentaria e spesso in cattivo stato di conservazione (ciò vale sia per i reperti provenienti dai livelli di accumulo, che per quelli provenienti dagli strati di abitazione), fatta eccezione per la grande giara cananea (*fig.* 30) rinvenuta alla Punta d'Alaca all'interno della struttura circolare definita convenzionalmente come Fossa β e avente funzione di annesso della Capanna 2.



28. DIAGRAMMA RELATIVO ALLE DIVERSE CLASSI DI CERAMICA *COARSE*

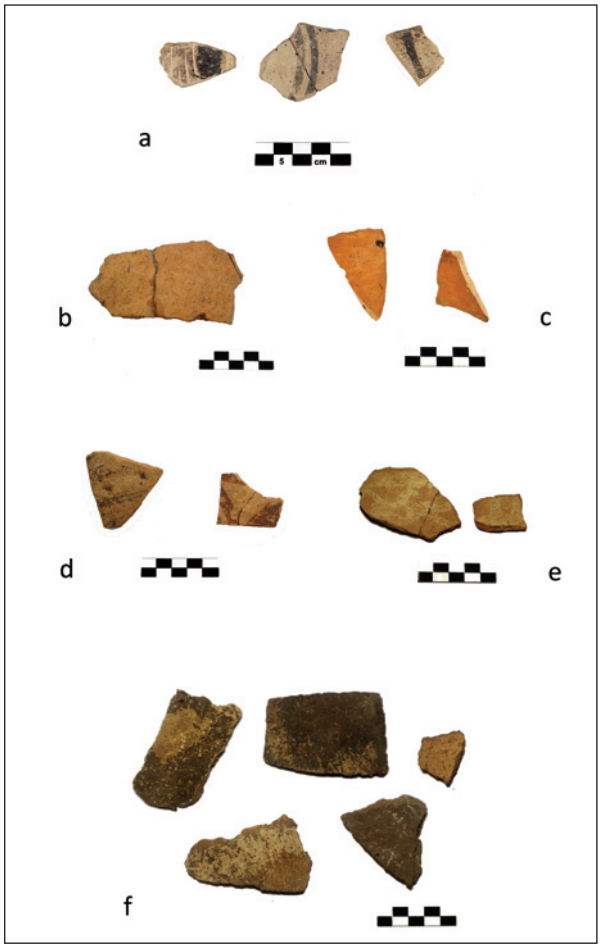
Questa frammentarietà rende difficile una più precisa identificazione tipologica: la maggior parte del *corpus* è costituita da frammenti riferibili per lo più a pareti di vasi di forma chiusa, contenitori grossolani di dimensioni variabili con una maggioranza di giare e anfore utilizzate per la conservazione e per il trasporto delle merci. Alcuni di questi esemplari presentano talvolta tracce di una decorazione pittorica grezza a bande orizzontali in vernice opaca o un'ingubbiatura marrone-rossastra (*fig.* 29).

L'analisi di questa particolare produzione ceramica risulta significativa per la ricostruzione delle dinamiche del trasporto e, più in generale, del rapporto commerciale nel suo insieme. Le ceramiche di questo tipo viaggiavano sulle navi, svolgendo spesso funzione di "*container*".

In particolare, la ceramica *coarse* di Vivara, con la sua varietà di classi, contribuisce a caratterizzare l'antichità e la complessità della presenza egea sull'isola.

Un'attenta analisi delle peculiarità strutturali ha permesso, nel corso di questi ultimi anni, un'ulteriore revisione della classe 5, cosiddetta *levantina*. Essa comprende al suo interno ceramica di probabile provenienza levantina, con certezza la giara cananea già sopra ricordata e un ulteriore gruppo di frammenti, certamente appartenenti a *pithoi* di medio-grandi dimensioni,

36) Si veda L. Re in Marazzi, Tusa 1994, pp. 221-228; più in generale, Re 1993. Un'illustrazione di queste fabbriche in Occidente fra il XVII e il XV sec. a.C. è ora offerta in Marazzi 2016a.



29. ESEMPI DI CERAMICA DA VIVARA: a. Tre frammenti di pancia di vaso di forma chiusa, non torniti, di tradizione mesoelladica, con decorazione a pittura opaca; b. Due frammenti, uniti da restauro, di vaso chiuso di medie dimensioni di fabbrica grezza con superfici ruvide e irregolari (cl. 1); c. Esempi di frammenti relativi alla classe 3 *orange burnished*; d. Esempi di frammenti appartenenti alla classe 5 per fabbrica ma non identificabili come levantini; e. Due frammenti di parete di vaso di grandi dimensioni con decorazione in pittura opaca (cl. 7); f. Cinque frammenti di parete di vaso chiuso di grandi dimensioni, di fabbrica grezza (cl. 10)

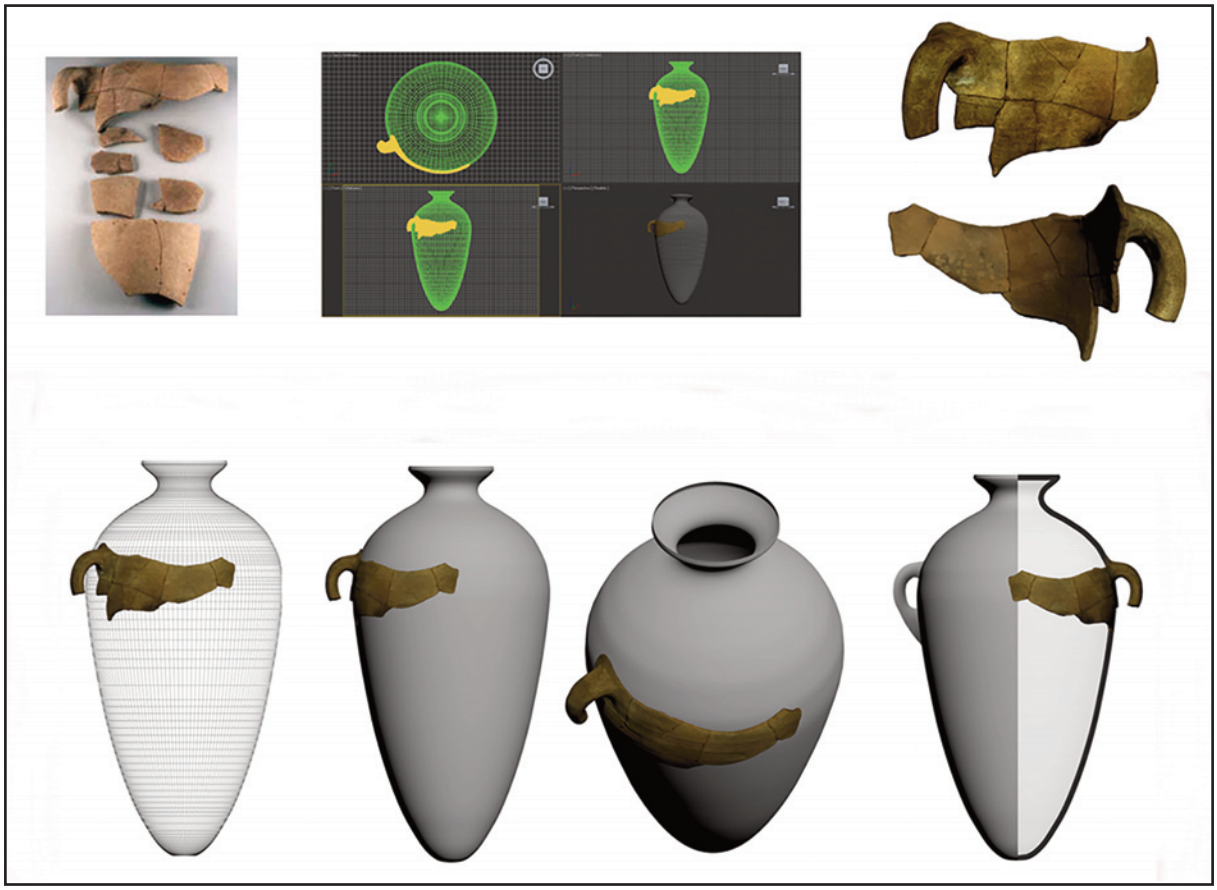
caratterizzati da un impasto tenero e uniformemente granuloso di colore variabile dal giallino al nocciola, mediamente depurato con inclusi sub-circolari di minuscole dimensioni. Accanto a questo tipo di fabbrica si distingue però anche una serie di frammenti che, pur risultando simili per fabbrica alla classe levantina sopra descritta, presentano tracce di decorazione pittorica o di ingubbiatura in vernice marrone o rossiccia opaca (cfr. gli esempi alla *fig.* 29, d). Anche se per questo sottogruppo di frammenti non si esclude una provenienza mediterraneo-orientale; la loro caratterizzazione come classe va tuttavia interamente ripensata.

Il rinvenimento di ceramica di tipo cananeo (o, più in generale, di provenienza levantina o mediterraneo-orientale) a Vivara ha posto l'attenzione su un'ulteriore rete trasmarina che doveva collegare, attraverso una serie di scali intermedi nord-africani e siciliani, l'area levanto-cretese e del Delta del Nilo con il canale di Sicilia, e di qui, probabilmente attraverso scali posti a Occidente (come quello rappresentato dall'isola di Mozia), con il basso Tirreno[37]. Le analisi dei residui organici condotte sui frammenti della giara cananea rinvenuta a Vivara hanno rilevato la presenza di olio vegetale aromatizzato con erbe aromatiche[38].

3.3.3 Le tracce di produzioni locali

Nell'ambito delle classi riferibili alle fabbriche *coarse* assume particolare rilevanza uno specifico gruppo di frammenti (*fig.* 31) che, pur rientrando per fattura nelle classi sopra indicate,

37) Oltre a quanto già a suo tempo evidenziato in Marazzi, Tusa 2005, si veda il recente quadro esposto in Marazzi 2016a.
38) Cfr. Pepe 2016.



30. GIARA CANANEA (INV. 82/354+) RINVENUTA NELLA CD. FOSSA β: RICOMPOSIZIONE VIRTUALE SULLA BASE DEL MODELLO ESEGUITO CON SCANSIONE A LUCE STRUTTURATA

si presenta come indicatore di un particolare fenomeno: la produzione sull'isola di Vivara di ceramiche *coarse* di tipo egeo.

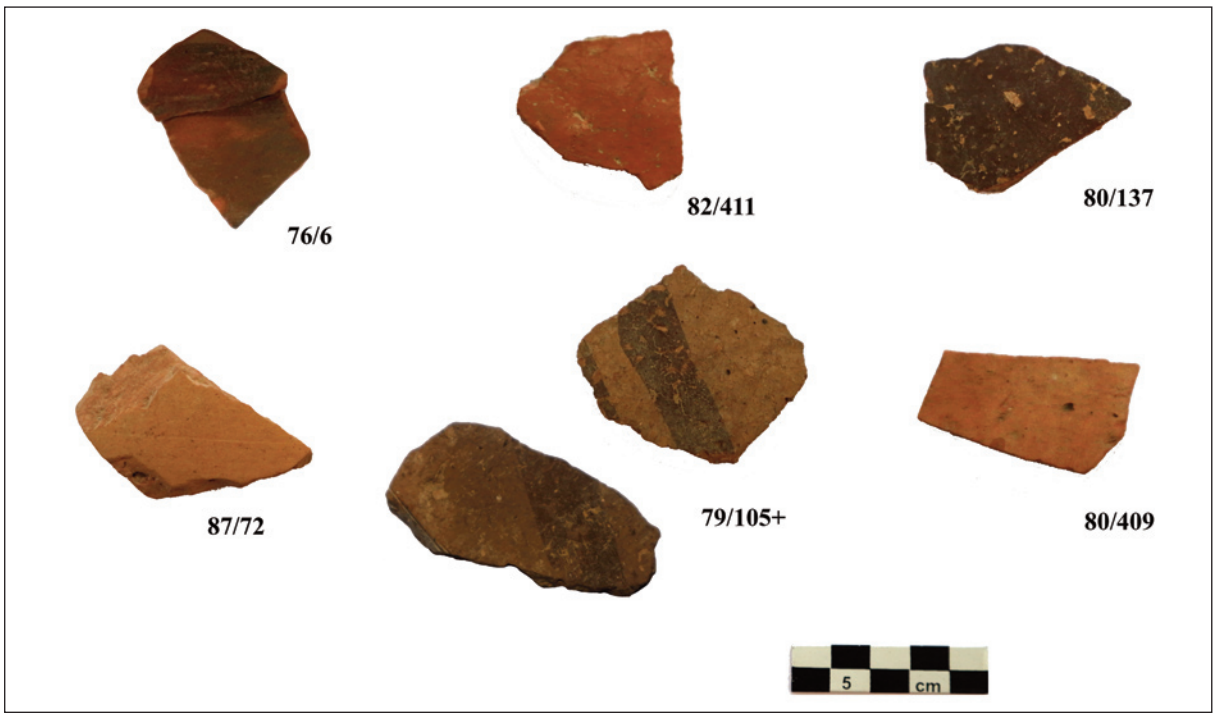
In particolare, le analisi chimico-fisiche effettuate da R. Jones[39] hanno permesso di identificarli come vasi fabbricati *in situ* con argille locali proprie dell'area flegrea. Si tratta dunque di frammenti, in alcuni casi torniti e dipinti/ingubbiati, prodotti a Vivara secondo una tecnica egea.

I frammenti in questione sono riassunti nella seguente tabella:

Nr. Inventario di scavo	**Nr. Campione sottoposto ad analisi chimico-fisica**	**Provenienza**
76/6	D2	**AREA FLEGREA**
79/105+	D10	
80/137	D1	
80/409	D7	
82/411	D6	
87/72	V61	

Tab. 1 - ELENCO DEI CAMPIONI DI IMPASTI SOTTOPOSTI AD ANALISI CHIMICO-FISICHE

39) Jones *et al.* 2014, pp. 200-343.



31. ESEMPI DI CERAMICHE *COARSE* DI TIPO EGEO DI PRODUZIONE LOCALE

3.4 Distribuzione areale/stratigrafica dei reperti e le fasi di occupazione alla Punta d'Alaca

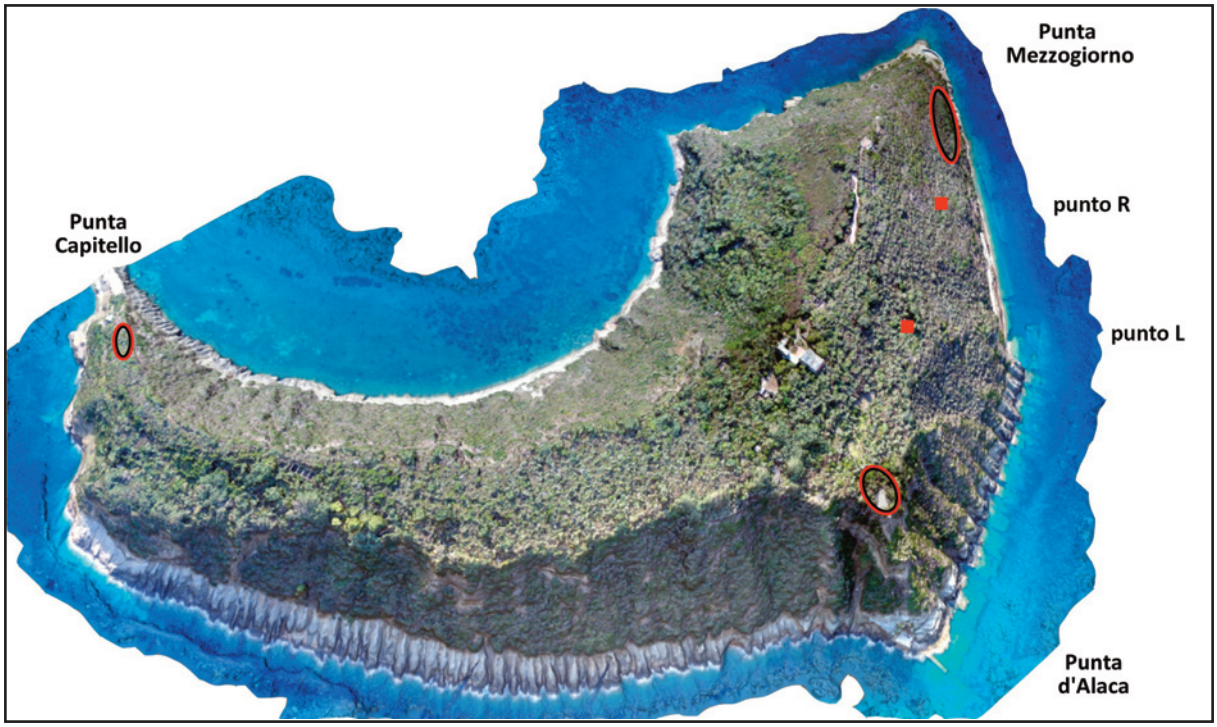
Il *corpus* vivarese delle ceramiche di importazione è dunque costituito da oltre 250 frammenti di fabbrica fine, decorati con pittura brillante, ai quali si associano testimonianze di ceramica fine di tipo *matt-painted* di tradizione mesoelladica, e 440 frammenti di ceramica *coarse* (in parte anch'essi di tradizione mesoelladica, come il gruppo di ceramiche di tipo *burnished*) rinvenuti su tutta la superficie esplorata dell'isola (*fig.* 32):

- Punta d'Alaca (area E): in strati di accumulo e in strati insediamentali;
- Punta Mezzogiorno (aree A e B): in strati insediamentali;
- Punta Capitello (saggio B): in strati insediamentali parzialmente sconvolti;
- ricognizioni di superficie: punto L, ricognizione 1979-1981; punto R, ricognizione 1976.

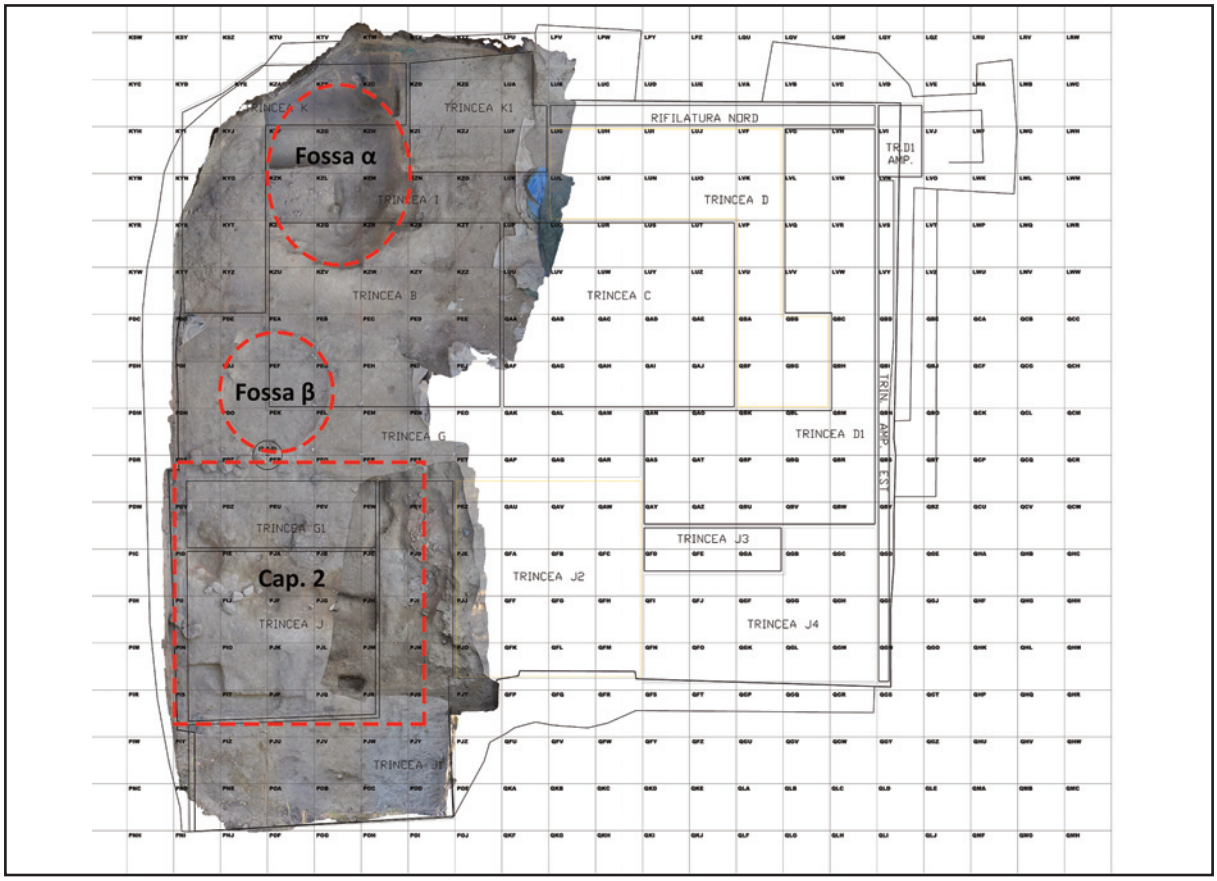
Il ritrovamento di reperti egei in superficie o in depositi di accumulo non stratificati in diversi punti dell'isola è da intendere come la conseguenza dello sconvolgimento degli originari livelli insediamentali posti sul pianoro sommitale e sui versanti dell'isola a seguito sia di fenomeni naturali di slittamento degli strati superficiali di tufi incoerenti, sia delle opere di terrazzamento per l'impianto di viti e ulivi che, dal '600 in poi, hanno mutato profondamente l'assetto morfologico soprattutto dei pendii digradanti verso il mare.

Le tracce più antiche dell'occupazione preistorica in contesti stratigraficamente indisturbati sono state messe in luce nell'area della Punta Mezzogiorno; esse risalgono alla cd. fase iniziale del Protoappenninico B e si datano (anche in virtù delle ceramiche micenee qui venute alla luce) attorno alla metà del XVII sec. a.C.

La maggior parte dei frammenti proviene dai saggi di scavo effettuati alla Punta d'Alaca; in particolare dai livelli abitativi delle strutture capannicole qui messe in luce, dalle aree limitrofe alle capanne e relative all'originario paleosuolo e dalle due strutture semi-ipogeiche, denominate Fossa α e Fossa β (*fig.* 33).



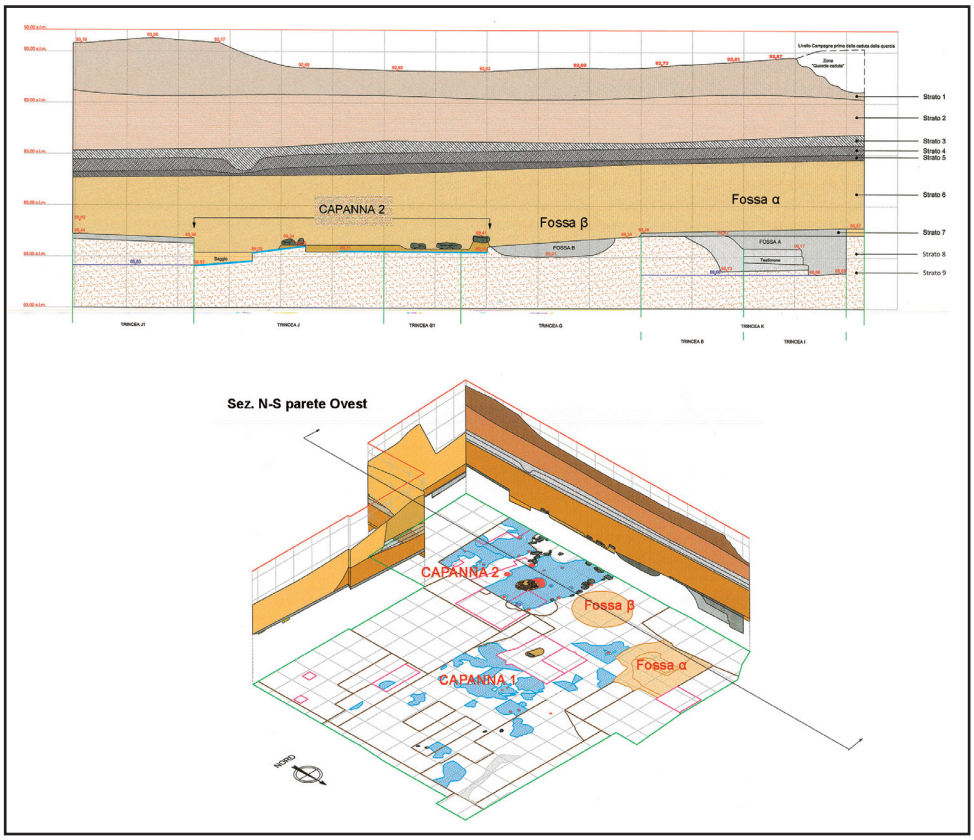
32. MODELLO 3D GEOREFERENZIATO TESTURIZZATO DELL'ISOLA DI VIVARA, CON INDICAZIONE DELLE TRE AREE SOTTOPOSTE A SCAVI E RICERCHE: PUNTA CAPITELLO A NORD-EST, PUNTA D'ALACA A OVEST E PUNTA MEZZOGIORNO A SUD (elab. 3D di N. Scotto Di Carlo)



33. PUNTA D'ALACA. AREA OVEST DELLO SCAVO PRINCIPALE, VISIONE ORTOFOTOGRAMMETRICA DELLA CAPANNA 2, FOSSA α E FOSSA β (stato alla fine della campagna 2019; base ortofotogrammetrica georeferenziata elab.di S. Tilia)

Il complesso insediamentale messo in luce alla Punta d'Alaca rappresenta l'area più estesa con testimonianze archeologiche *in situ* presente sull'isola, databile fra la metà del XVII e gli inizi del XV sec. a.C.

La situazione stratigrafica si presenta particolarmente complessa a causa dei movimenti delle terre che, nel corso dei secoli, hanno coinvolto questa zona dell'isola (*fig.* 34).



34. SEZIONE STRATIGRAFICA NORD-SUD DELLA PARETE OVEST DELL'AREA DI SCAVO PRINCIPALE ALLA PUNTA D'ALACA E RELATIVA PLANIMETRIA CON EVIDENZA DELLE MAGGIORI STRUTTURE (rilievo e elab. grafica di A. Heil)

Essa può essere rappresentata schematicamente come segue:

STRATO	***DENOMINAZIONE***	***DESCRIZIONE***
1 **2**	*Humus* Accumulo moderno	I primi due strati consistono in un piccolo strato superficiale di *humus* che sigilla tutta la stratigrafia e in uno strato di terra incoerente, molto polveroso e relativamente privo di pietrame. La formazione di questo strato è legata essenzialmente al movimento delle terre dall'alto verso il basso, avvenuto a seguito delle opere di terrazzamento soprattutto del versante occidentale dell'isola per l'impianto della coltura della vite prima e poi dell'ulivo. Nell'accumulo di tali terre sul pianoro naturale della Punta d'Alaca si trovano, quindi, caoticamente associati: a) reperti relativi all'occupazione capannicola posta a monte della terrazza (su fino al pianoro sommitale dell'isola), in parte più antica rispetto a quella della Punta d'Alaca e coeva con la fase di occupazione rilevata alla Punta Mezzogiorno; b) testimonianze della vita legata all'occupazione dell'isola in epoca storica, dalla fine del ʾ600 fino ai primi del ʾ900.

3	Cenere	Gli strati 3-4-5 testimoniano di un evento vulcanico (da datare attorno alla fine del II millennio a.C.) che ha coinvolto, con la deposizione di strati di ceneri e pomici, l'intero versante occidentale dell'isola. Di fatto, gli strati in questione hanno sigillato il deposito archeologico, rimasto indisturbato dopo la deposizione dell'accumulo antico.
4	Pomici miste a ceneri	
5	Pomici pure	
6	Accumulo antico	È il portato dei fenomeni che hanno causato la fine dell'insediamento alla Punta d'Alaca: un evento sismico e un successivo collasso degli strati superficiali di tutto il versante occidentale dell'isola in forma di *mud flow*. Questo strato, costituito da uno strato tufaceo mediamente compatto, di colore scuro, contiene al suo interno numerosi reperti archeologici provenienti dalle abitazioni protoappenniniche poste sui terrazzamenti artificiali (su fino al pianoro sommitale) a monte della Punta d'Alaca.
7	Livello antropico: abitato capannicolo del XVI-XV sec. a.C.	Strato di terreno ricco di sostanze organiche ed elementi architettonici (concotti e legni combusti relativi agli alzati delle capanne ivi presenti, e "tegole" in tufo lamellare che ne costituivano parte del tetto) frammisti a reperti di uso domestico (ceramiche, litica, metalli etc.). Questo strato ricopriva i resti degli originari battuti e degli arredi con questi connessi di 5 strutture capannicole qui identificate (delle quali 2, le cd. Capanne 1 e 2, quasi interamente conservate) e una struttura circolare (la cd. Fossa β) che fungeva da annesso-magazzino della Capanna 2.
8 9	Livello antropico precedente all'impianto capannicolo	Si tratta di una fossa circolare, forse con funzione rituale (ancora in corso di scavo), la cd. Fossa α, contemporanea alla fase di occupazione più antica dell'isola (quindi contemporanea alle tracce abitative messe in luce alla Punta Mezzogiorno). Questa struttura appare essere stata ricoperta e andata fuori uso al momento dell'impianto abitativo nell'area della Punta d'Alaca, fra la fine del XVII e gli inizi del XVI secolo a.C.

Tab. 2 - SCHEMA STRATIGRAFICO DELLA PUNTA D'ALACA

La distribuzione areale e stratigrafica dei ritrovamenti di importazione egea rinvenuti sull'isola di Vivara è stata già in passato oggetto di studio[40]. A conclusione di quanto fin qui illustrato, si presenta in questa sede una prima carta di distribuzione di tutte le ceramiche egee, fini e *coarse*, provenienti dall'insediamento di Punta d'Alaca e rinvenute fino al 2019.

La correlazione tra l'effettiva collocazione originaria dei reperti ed il luogo del loro ritrovamento può in alcuni casi presentare problemi data l'erosione naturale e il collasso degli strati superficiali verificatisi al momento dell'abbandono dell'insediamento, sia a causa delle tracce rilevate riconducibili a un fenomeno tellurico, sia a causa degli slittamenti avvenuti in forma di *mud flow* sull'intero versante occidentale dell'isola.

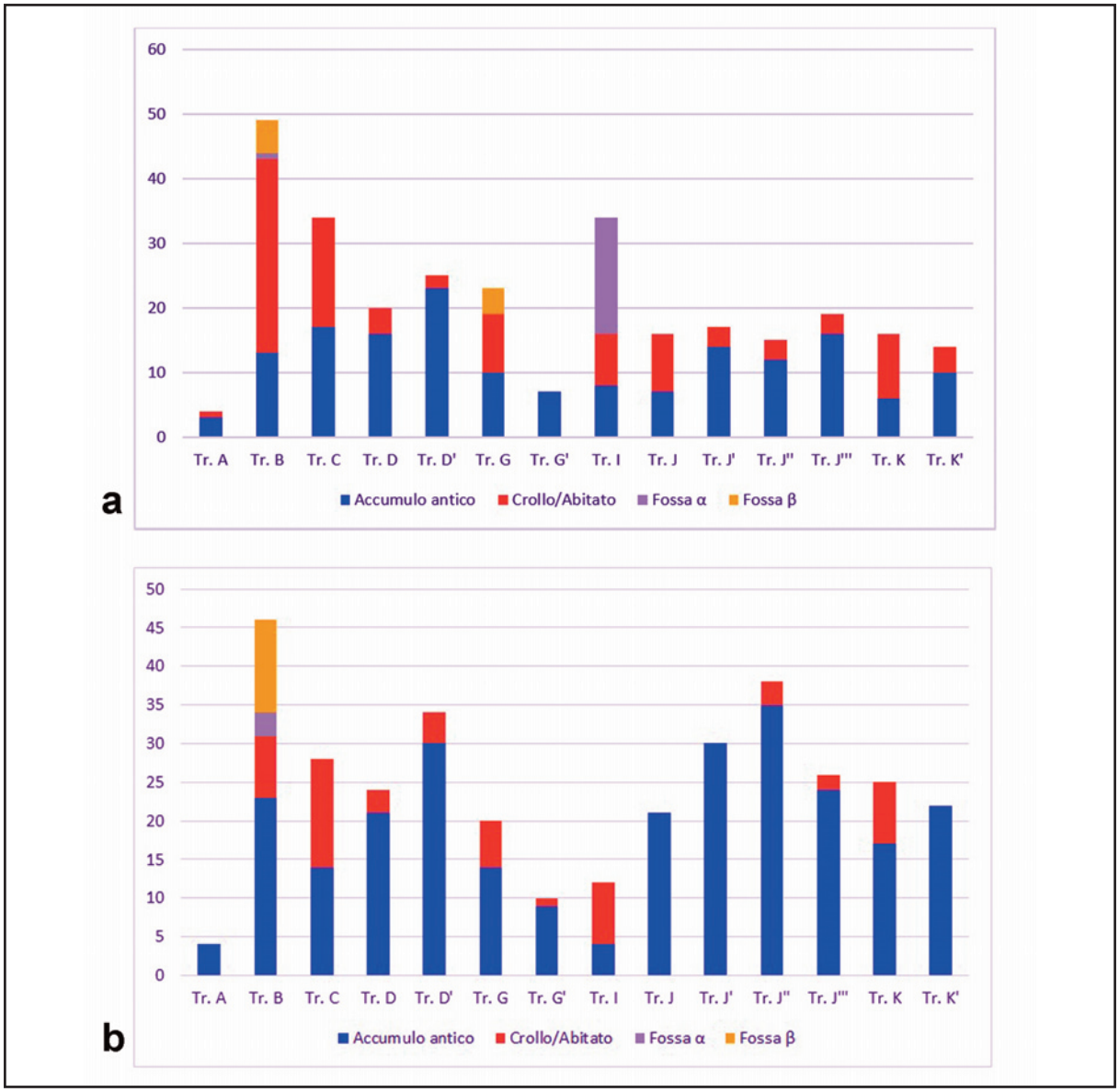
Un esempio di questo fenomeno di alterazione dell'originaria distribuzione dei reperti è dato, ancora una volta, dal piccolo *askós* inv. 77E/29 (cfr. *fig.* 27), alcuni frammenti del quale sono stati rinvenuti in maniera sparsa in un raggio di ca. 2 metri rispetto al punto della sua presunta originaria collocazione (cfr. le indicazioni fornite alla *fig*. 11).

Tuttavia, pur con alcune riserve, è possibile individuare una maggiore presenza di ceramiche egee, sia di fabbrica fine che *coarse*, in determinate trincee (vd. diagrammi a *fig*. 35).

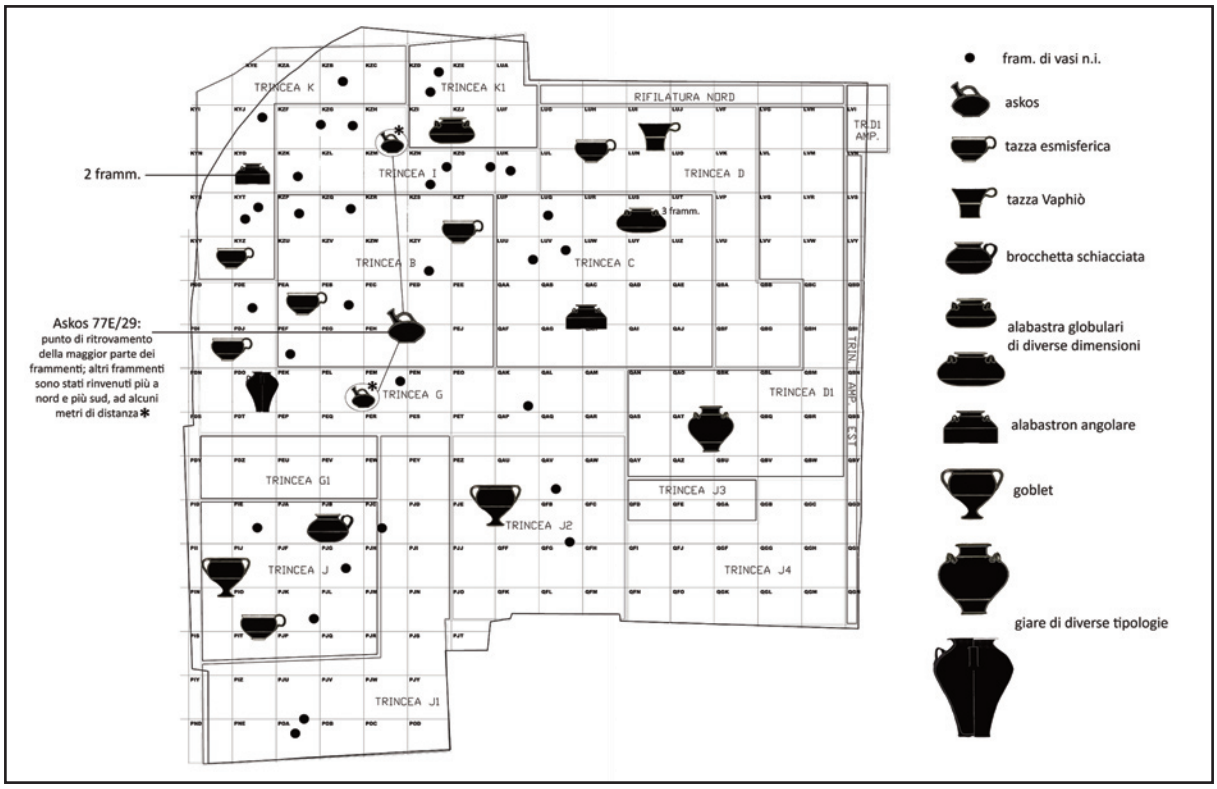
40) Cfr. Cazzella *et al.* 1982, pp. 147ss.; Marazzi *et al.* 1986, pp. 155ss.; Marazzi, Tusa 1994, pp. 57ss. e 117ss.

La distribuzione dei reperti ceramici dai tagli relativi al livello di abitato (pavimenti e crollo sovrastante) ha infatti permesso (*figg.* 36-37) di individuare una loro maggiore concentrazione nei pressi delle due strutture semi-ipogeiche, identificate come Fossa α e Fossa β. In particolare, viene fornita una pianta di distribuzione specifica della Fossa α (*fig*. 38), data la sua antecedenza rispetto all'impianto dell'abitato di Punta d'Alaca. È proprio da questa struttura che provengono, infatti, alcuni tra i più interessanti reperti che testimoniano rapporti particolarmente antichi con il mondo elladico come alcuni esemplari di ceramiche del TE I/IIA e un'*applique* in lamina d'oro.

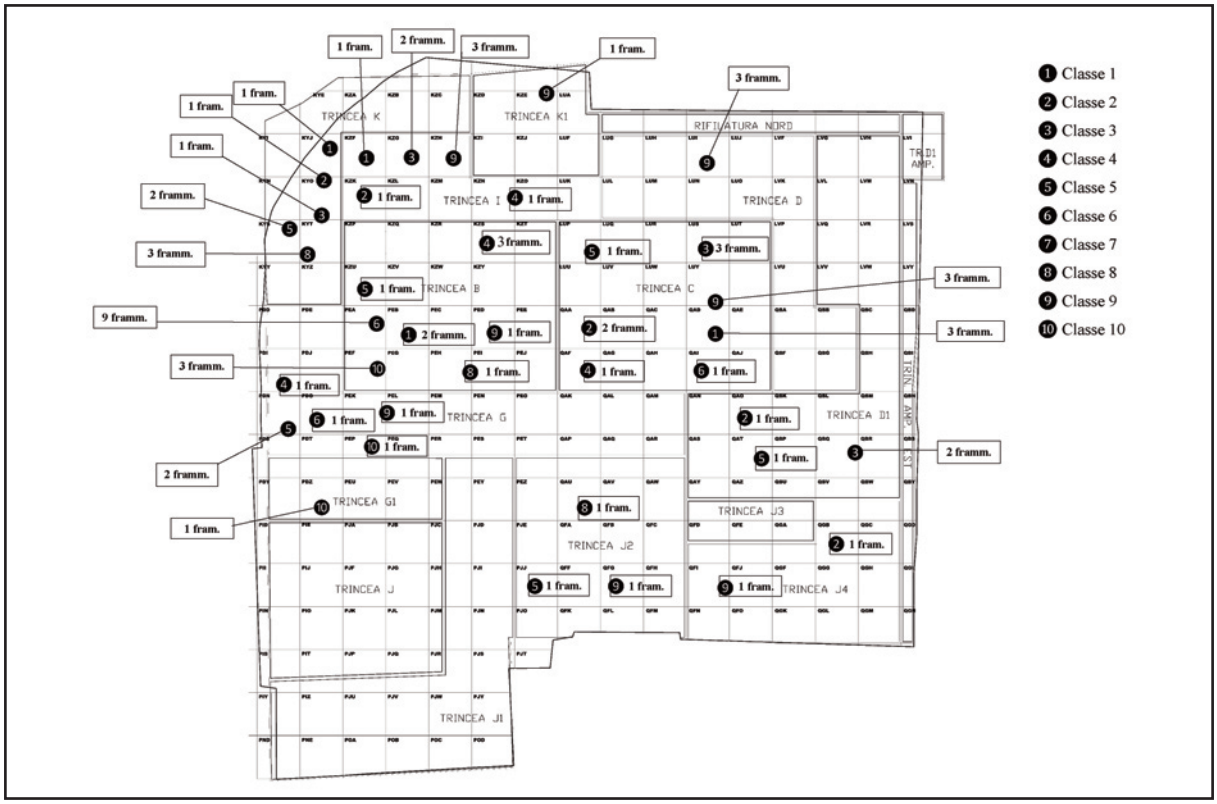
[F.B. - M.M.]



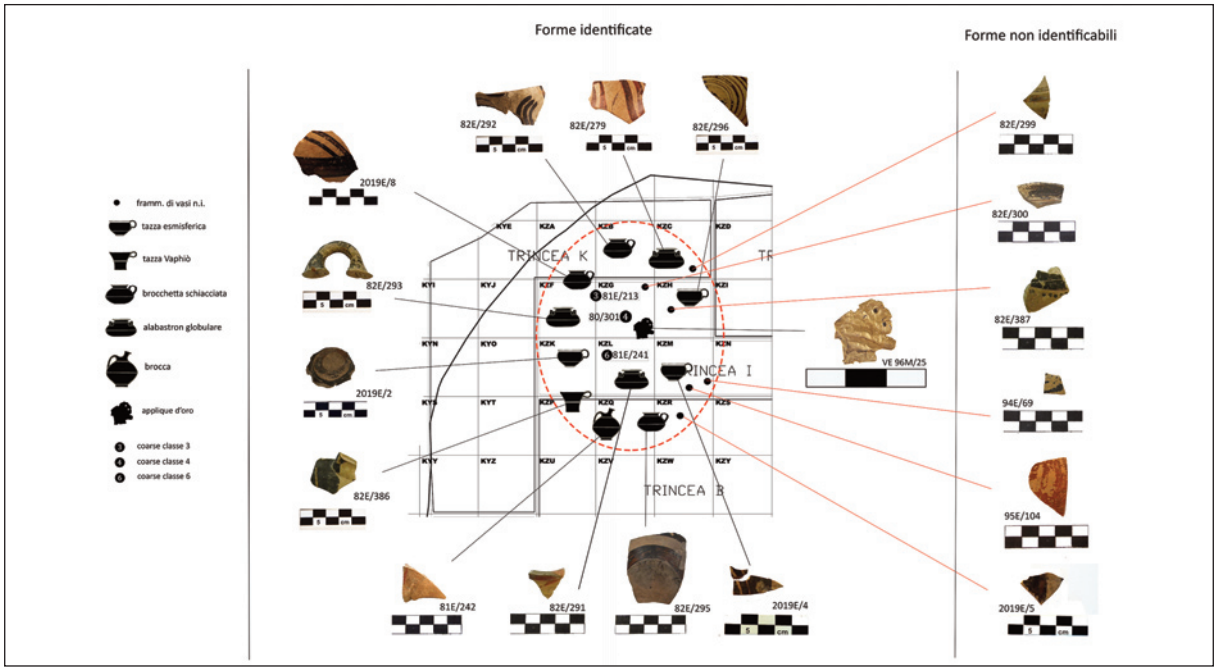
35. a. DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE PER TRINCEE DELLE CERAMICHE FINI D'IMPORTAZIONE; b. DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE PER TRINCEE DELLE CERAMICHE D'IMPORTAZIONE *COARSE*



36. DISTRIBUZIONE NELL'AREA PRINCIPALE DI SCAVO DELLA PUNTA D'ALACA DELLE CERAMICHE D'IMPORTAZIONE FINI RELATIVE AI LIVELLI DI CROLLO/ABITATO



37. DISTRIBUZIONE NELL'AREA PRINCIPALE DI SCAVO DELLA PUNTA D'ALACA DELLE CERAMICHE D'IMPORTAZIONE *COARSE* (SUDDIVISIONE PER CLASSI) RELATIVE AI LIVELLI DI CROLLO/ABITATO



38. INDIVIDUAZIONE DELLE CERAMICHE D'IMPORTAZIONE FINI E *COARSE* PROVENIENTI DAI LIVELLI D'USO DELLA FOSSA α

4. ANALISI ARCHEOMETRICHE SULLE CERAMICHE LOCALI DELLA PUNTA D'ALACA

4.1. Il progetto

L'isola di Vivara, grazie alla sua strategica posizione geografica, ha rappresentato un importante centro di commercio per i traffici internazionali attivi nel Mediterraneo durante l'Età del Bronzo. Gli scavi archeologici condotti a cominciare dal 1976 hanno portato alla luce l'importante insediamento sul versante occidentale dell'isola, nel sito di Punta d'Alaca, testimonianza di un'industria ceramica attiva sull'isola, il cui repertorio tipologico riflette sia la cultura materiale locale, sia quella del Mediterraneo centro-orientale.

Tra i numerosi reperti ceramici rinvenuti durante le campagne di scavo sono stati selezionati venti campioni di ceramica comune (siglati da TER 1 a TER 20), successivamente sottoposti ad analisi chimiche, mineralogiche e petrografiche al fine di raccogliere informazioni atte ad individuare la provenienza dei manufatti. Le forme principali sono riconducibili a olle, ciotole, scodelle, *dolia*, *pithoi* e boccaletti (*fig*. 39).

Le caratteristiche mineralogiche e tessiturali dei campioni sono state investigate mediante Microscopia Ottica a Luce Polarizzata (MOLP) utilizzando un microscopio LeitzLaborlux 12 POL dotato di fotocamera Leica DFC280 per l'acquisizione di immagini digitali. La stima del grado di addensamento degli inclusi (espresso in %) è stata eseguita con l'ausilio di tavole di comparazione[41]. Le misure granulometriche sono state effettuate mediante analisi d'immagine digitale (DIA) su microfotografie rappresentative dei singoli campioni attraverso l'utilizzo del *software* ImageJ.

La composizione chimica dei campioni ceramici, espressa in termini di ossidi maggiori (percentuali in peso normalizzate al 100%) e di elementi in traccia (ppm, parti per milione) è

41) Terry, Chilingar 1955.

Campione	Forma	Matrice			Tessitura	Addensamento	Porosità	Forma dei pori	Degrassante											
		Colore		Attività																
		Nucleo	Bordi						Qz	Afs	Pl	Ms	Bt	Cpx	Sc	Pom	Oss	FL	Ol	Tur	Cal
TER 1	olla carenata	marrone	marrone chiaro	Anisot.	bimodale	ca. 20%	medio-alta	allungata		xxxx	xx			tr.	xx	x	x				
TER 2	vaso chiuso	rosso-marrone		Deb. Anisot.	bimodale	ca. 20%	medio-bassa	allungata	xx	xxxx		x	tr.					xx			
TER 3	ciotola carenata	marrone		Deb. Anisot.	bimodale	20-30%	alta	allungata		xxxx	xx		x	x			x				
TER 4	-	rosso		Deb. Anisot.	bimodale	20-30%	alta	allungata		xxxx	xx		tr.	xx	x		xxx				
TER 5	*pithos*	rosso-marrone		Isot.	bimodale	ca. 15%	medio-alta	allungata	xx	xxxx	tr.		tr.	tr.							
TER 6	olla ad orlo rientrante	rosso-marrone		Anisot.	bimodale	ca. 20%	alta	allungata		xxxx	tr.		tr.	xx	xxx	x	x	tr.			
TER 7	*pithos*	grigio chiaro		Isot.	bimodale	15-20%	medio-bassa	allungata		xxxx	xx		x	x			x		tr.		
TER 8	olla	marrone	rosso	Deb. Anisot.	bimodale	ca. 20%	alta	allungata	xxx	xxxx		xx	x					xxx		x	
TER 9	ciotola carenata	rosso	rosso-marrone	Deb. Anisot.	bimodale	ca. 15%	alta	allungata		xxxx	xx		tr.	xxx	tr.		x	x	tr.		
TER 10	ciotola con accenno di carena	rosso	rosso-marrone	Deb. Anisot.	bimodale	ca. 20%	alta	allungata		xxxx	xx			xx	xx			x			
TER 11	ciotola con accenno di carena	rosso-marrone	marrone	Anisot.	bimodale	20-30%	alta	allungata		xxxx	xx		tr.	x	xx		x				
TER 12	scodella troncoconica	rosso		Anisot.	bimodale	20-30%	alta	allungata		xxxx	xx			xx	xxx						
TER 13	ciotola carenata	marrone		Anisot.	bimodale	10-15%	media	allungata		xxxx	xx	tr.	tr.	xx	x	x	x				
TER 14	boccaletto "barbotine"	rosso		Anisot.	bimodale	10-15%	media	allungata		xxxx	x		tr.	x	xx		x	x			tr.
TER 15	*dolium*	rosso scuro	marrone chiaro	Deb. Anisot.	bimodale	ca. 15%	media-alta	allungata		xxxx	x		tr.	x	xxx			xx			
TER 16	olla ad orlo rientrante	marrone chiaro	marrone	Anisot.	bimodale	ca. 15%	alta	allungata		xxxx	x		tr.	xxx			xx				
TER 17	*dolium*	marrone	marrone chiaro	Anisot.	bimodale	15-20%	alta	allungata		xxx	xx		tr.	xxx	xx		xx	x			
TER 18	olla	rosso		Anisot.	bimodale	ca. 10%	medio-bassa	allungata		xxxx	tr.		x	tr.	xxx						
TER 19	ciotola	rosso		Anisot.	bimodale	10-15%	alta	allungata		xxxx	xx		tr.	x	xx						
TER 20	ciotola carenata	rosso		Anisot.	bimodale	ca. 20%	medio-bassa	allungata		xxxx	xx	tr.	tr.	tr.	xx	x					

39. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE MINERALOGICHE E TESSITURALI DEGLI IMPASTI CERAMICI OTTENUTI TRAMITE MOLP. Abbreviazioni: Deb. Attiva.: debolmente attiva; ca.: circa; tr.: tracce; Qz: quarzo; Afs: feldspato alcalino; Pl: plagioclasio; Ms: muscovite; Bt: biotite; Cpx: clinopirosseno; Sc: scorie; Pom: pomici; Oss: ossidiane; FL: frammenti litici; Ol: olivina; Tur: tormalina; Cal: calcite. Il grado di addensamento è stato stimato mediante l'utilizzo di tavole di comparazione (TERRY, CHILINGAR 1955)

stata ottenuta mediante spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-OES e ICP-MS). Non è stato possibile analizzare le caratteristiche composizionali dei campioni TER1, TER 2 e TER 3 a causa della scarsa quantità di materiale a disposizione.

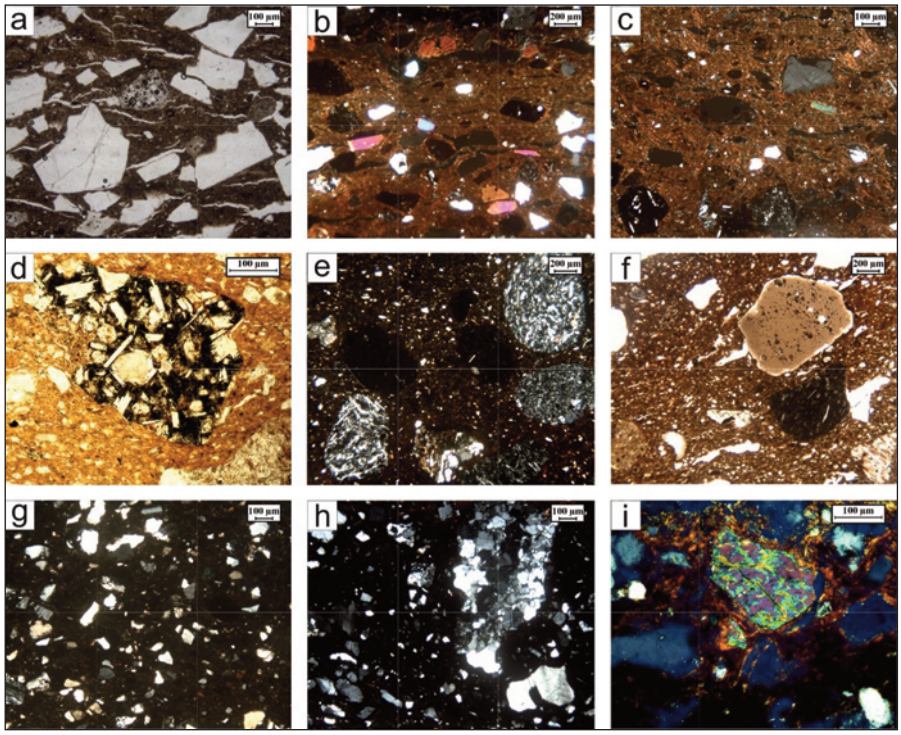
4.2. RISULTATI

4.2.1. Caratteristiche mineralogiche e tessiturali degli impasti ceramici

Le osservazioni in MOLP hanno permesso di distinguere i principali gruppi petrografici sulla base delle diverse caratteristiche mineralogiche e tessiturali.
Si tratta di ceramica caratterizzata da un impasto grossolano, costituita da un gruppo di campioni più numeroso il cui degrassante è di origine vulcanica (TER 1, TER 3, TER 4, TER 6, TER 7, TER 9, TER 10, TER 11, TER 12, TER 13, TER 14, TER 15, TER 16, TER 17, TER 18, TER 19 e TER 20) e da un gruppo di soli tre campioni che presenta degrassante di origine silicoclastica (TER 2, TER 5 e TER 8); in entrambi i gruppi il degrassante aggiunto alla matrice fine, argillosa è presente in differenti percentuali (*fig*. 40, a-i).

Il gruppo di campioni più numeroso, o gruppo principale di campioni, mostra una matrice otticamente attiva con porosità generalmente medio-alta e con i pori generalmente dalla forma allungata, spesso disposti parallelamente alla superficie del manufatto. Solo il campione TER 7 mostra una matrice otticamente inattiva.

All'interno di questo gruppo principale di campioni, si possono osservare frammenti ceramici con un colore degli impasti omogeneo o zonato (zonatura tipo *sandwich*). I campioni TER 3, TER 4, TER 6, TER 12, TER 13, TER 14, TER 18, TER 19 e TER 20 presentano un colore omogeneo dell'impasto, variabile dal marrone al rosso, mentre è grigio per il campione TER 7. L'impasto zonato, invece, si osserva nei campioni TER 1, TER 9, TER 10, TER 11, TER 15, TER 16 e TER 17 (cfr. *fig*. 39). Questi ultimi mostrano un colore variabile, dall'interno del corpo ceramico ai bordi esterni, dal marrone al marrone chiaro in TER 1 e TER 17, dal rosso al marrone in TER 9, TER 10 e TER 15, dal rosso-marrone al rosso in TER 11, e dal marrone chiaro al marrone in TER 16.



40. CARATTERISTICHE MINERALOGICHE DEGLI IMPASTI: a) impasto del campione TER 1, caratterizzato dalla presenza di abbondante degrassante di origine vulcanica con abbondante feldspato alcalino, 4x, nicols paralleli; b) impasto del campione TER 9, contenente degrassante di origine vulcanica, 2,5x, nicols incrociati; c) matrice otticamente anisotropa del campione TER 19, 4x, nicols incrociati; d) scoria con leucite, campione TER 18, 20x, nicols paralleli; e) impasto del campione TER 13, caratterizzato da abbondanti inclusi non plastici residuali (scheletro) di dimensioni più fini, 2,5x, nicols incrociati; f) impasto del campione TER 14 caratterizzato da abbondanti inclusi non plastici residuali (scheletro) di dimensioni più fini, 2,5x, nicols paralleli; g) campione TER 2 contenente degrassante silicoclastico, 4x, nicols incrociati; h) cristalli e aggregati polimineralici osservati nel campione TER 8, 4x, nicols incrociati; i) cristallo di tormalina osservato nel campione TER 8, 20x, nicols paralleli

Il gruppo principale di campioni è costituito da una tessitura bimodale, con una percentuale di degrassante, variabile dal 20-30% al 10-15%, fino al 10% in TER 18 (cfr. *figg*. 39 e 40, a-d), con dimensione degli inclusi generalmente variabile da mm 0,80 a 0,06 (sebbene siano presenti grani che superano i 3 millimetri). Tale frazione grossolana è immersa in una matrice argillosa in cui si riconosce uno scheletro fine (mm 0,05 - 0,01) costituito da quarzo, feldspato e miche, più abbondante nei campioni TER 7, TER 13, TER 14 e TER 15 (*fig*. 40, e-f).

Il degrassante di origine vulcanica è caratterizzato principalmente dalla presenza di frammenti di cristalli di feldspato alcalino, spesso con forma sub-angolare, clinopirosseno, plagioclasio, subordinata presenza di biotite, e frammenti, talvolta arrotondati, di vetro vulcanico (scorie, pomici e ossidiane). All'interno delle scorie, talvolta, si osservano minuti cristalli di feldspato alcalino, clinopirosseno e biotite, che indicano un'associazione mineralogica riferibile a una trachite. Nei campioni TER 4, TER 9, TER 17 e TER 18 si osservano scorie contenenti leucite (cfr. *figg*. 39 e 40, d).

In alcuni frammenti del gruppo principale di campioni (TER 6, TER 9, TER 10, TER 14, TER 15 e TER 17) sono stati osservati frammenti di origine sedimentaria. Infine, rara olivina è stata osservata nei campioni TER 7 e TER 9 mentre calcite di deposizione secondaria è stata rinvenuta nei pori del campione TER 14 (cfr. *fig*. 39).

I campioni TER 2, TER 5 e TER 8 si discostano dal gruppo principale per la presenza di degrassante silicoclastico.

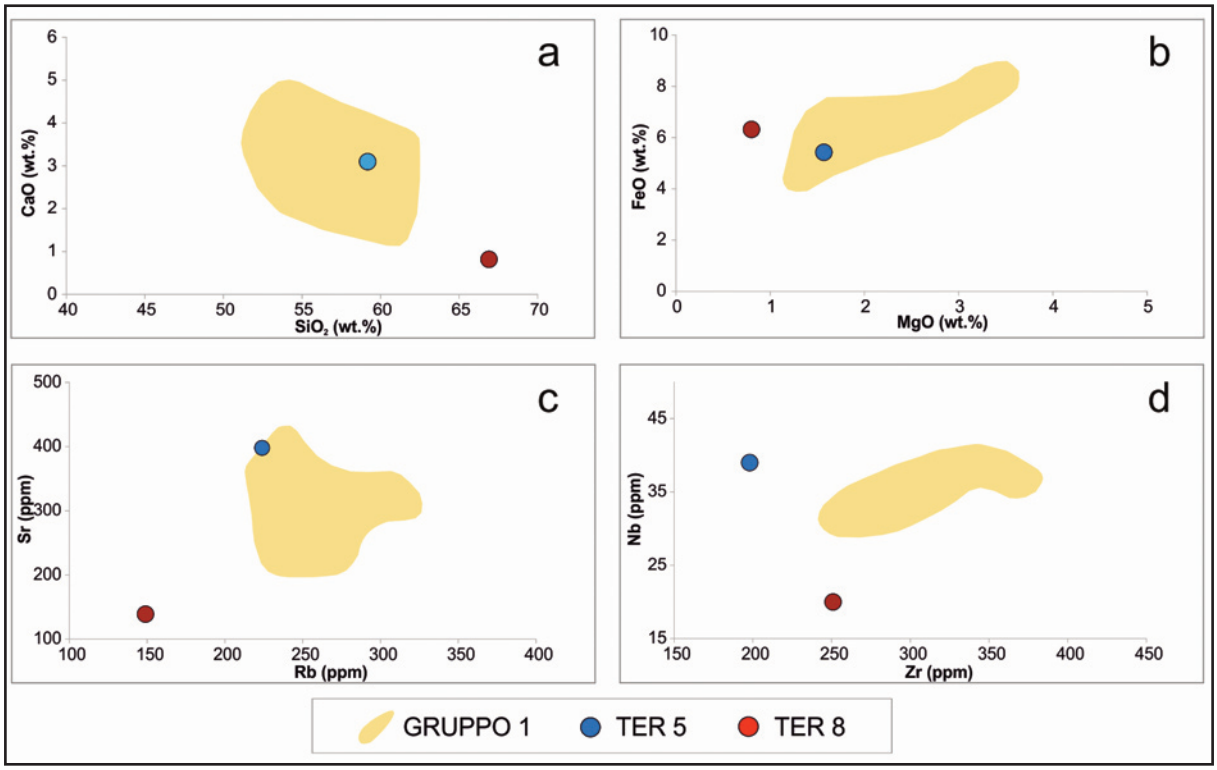
I campioni TER 2 e TER 5 hanno caratteristiche mineralogiche e tessiturali molto simili, con degrassante silicoclastico in percentuali che vanno dal 15 al 20%, granulometricamente più fine rispetto a quanto osservato per il gruppo principale di campioni (mm 0,25 - 0,03). Esso è costituito da cristalli sub-angolari di quarzo, feldspato, mica e frammenti litici, costituiti da aggregati polimineralici di quarzo con subordinata mica, immersi in una matrice di colore rosso-marrone otticamente inattiva (cfr. *fig.* 40, g). Rari cristalli di clinopirosseno sono stati osservati all'interno del corpo ceramico TER 5.

Il campione TER 8 presenta caratteristiche mineralogiche e tessiturali uniche rispetto agli altri reperti studiati. Ortoclasio, microclino, quarzo, mica e aggregati polimineralici costituiti da quarzo, feldspato alcalino e mica (15-20%), con dimensioni variabili da mm 0,55 a mm 0,03, sono immersi all'interno di una matrice argillosa zonata, con nucleo di colore bruno e bordi di colore rosso, debolmente anisotropa (cfr. *fig*. 40, h). Inoltre, caratteristica peculiare di questo campione è la presenza di rari cristalli di tormalina (cfr. *fig*. 40, i).

4.2.2. Caratteristiche composizionali

Le analisi chimiche dei materiali ceramici hanno fornito informazioni sulla natura delle materie prime utilizzate nella loro produzione mettendo in evidenza che tutti i campioni ceramici sono stati realizzati utilizzando argille a basso contenuto di ossido di calcio (CaO< 6%).

Il principale gruppo di campioni, infatti, è caratterizzato da tenori di CaO molto bassi (valore medio = 3,1%), con alte concentrazioni di SiO_2 (valore medio = 55,5%), Al_2O_3 (valore medio = 18,4%) e FeO (valore medio = 6,5%) (*fig*. 41, a-b). Il contenuto degli altri elementi maggiori (TiO_2, MnO, MgO, K_2O, Na_2O, P_2O_5) appare piuttosto simile.



41. DIAGRAMMI BINARI RAPPRESENTATIVI DELLA COMPOSIZIONE DELLE CERAMICHE ANALIZZATE

Per quanto riguarda gli elementi in traccia, il gruppo principale è caratterizzato da elevate concentrazioni di Rb (valore medio = 261 ppm), Sr (valore medio = 319 ppm) e Zr (valore medio = 307 ppm) (*fig*. 41, c-d). Il campione TER 5, nonostante presenti caratteristiche petrografiche differenti dal gruppo principale, presenta una composizione chimica simile al gruppo principale sia per quanto concerne gli ossidi maggiori, sia per gli elementi in traccia, fatta eccezione per la più bassa concentrazione di Zr (198 ppm) (*fig*. 41, d). Il campione TER 8, invece, mostra caratteri composizionali peculiari confermando le differenze petrografiche già riscontrate dalle osservazioni in microscopia ottica. Questo campione, infatti, presenta una concentrazione di SiO_2 e più bassi contenuti di CaO e MgO rispetto ai restanti campioni analizzati (*fig.* 41, a-b). La concentrazione degli elementi in traccia di TER 8 è significativamente più bassa per Sr, Rb e Nb (*fig.* 41, c-d).

4.3. Discussione e conclusioni

I campioni analizzati, risalenti al XVI - XV sec. a.C., sono stati ritrovati nel sito di Punta d'Alaca situato sul versante occidentale dell'isola di Vivara che, per la sua posizione, rappresentava un sito altamente strategico per i traffici internazionali attivi nel Mediterraneo durante la media età del Bronzo[42]. Tale insediamento ha offerto un repertorio ceramico eccezionale che ha permesso di ottenere informazioni sull'antica cultura materiale.

Sono stati oggetto di studio 20 frammenti di ceramica comune, riconducibili a olle, ciotole, scodelle, *dolia*, *pithoi* e boccaletti destinati all'uso domestico. Si tratta di ceramiche grossolane distinguibili in gruppi petrografici; fatta eccezione per alcuni campioni con diverse caratteristiche tessiturali e mineralogiche, è stata riscontrata la presenza di un gruppo principale, caratterizzato da un impasto grossolano contenente degrassante di natura vulcanica. Tali campioni presentano un impasto di colore rosso, rosso-marrone o marrone che suggerisce un processo di cottura in condizioni prevalentemente ossidanti; tuttavia, la presenza di zonatura (struttura a *sandwich*) e di impasti di colore grigio è imputabile ad atmosfere di cottura non ben controllate[43]. L'attività ottica della matrice suggerirebbe temperature di cottura non particolarmente elevate. La composizione chimica dei frammenti è piuttosto omogenea, sia per il contenuto degli ossidi maggiori, sia per gli elementi in traccia. In particolare, il basso contenuto in CaO testimonia l'utilizzo di argille non calcaree per la realizzazione degli impasti.

A questa argilla era aggiunto degrassante di natura vulcanica in differenti percentuali, variabili dal 10 al 30%. La mineralogia del degrassante (feldspato alcalino, clinopirosseno, plagioclasio, biotite, ossidiane, pomici, scorie a prevalente composizione trachitica) è compatibile con quella dei prodotti vulcanici di provenienza locale, riconducibile all'attività dei Campi Flegrei[44]. Inoltre, la presenza di scorie a leucite nei campioni TER 4, TER 9, TER 17 e TER 18, riconducibili all'attività del Somma[45], suggerisce l'utilizzo di un degrassante contenente prodotti riferibili anche all'attività di questo complesso vulcanico.

La presenza di ceramiche realizzate utilizzando materie prime locali suggerisce la presenza di officine ceramiche a Vivara durante l'età del Bronzo, in un insediamento fiorente e attivo, soprattutto grazie al suo ruolo di "raccordo" per il commercio di materie prime metalliche[46].

42) Si vd. Marazzi, Mocchegiani Carpano 1998; Marazzi 2016a; Marazzi, Pepe 2020.
43) Cultrone *et al.* 2018.
44) Grifa *et al*. 2013; Morra *et al.* 2010; Morra *et al.* 2013.
45) Grifa *et al.* 2013; Morra *et al.* 2010; De Bonis *et al.* 2016.
46) Marazzi, Pepe 2020 e qui il contributo al § 5.

Tuttavia, la presenza di tre campioni (TER 2, TER 5 e TER 8) con diverse caratteristiche chimiche, mineralogiche e tessiturali ha permesso di dedurre che gli scambi commerciali interessassero anche i materiali ceramici.

I campioni TER 2 e TER 5 presentano delle caratteristiche mineralogiche e tessiturali diverse rispetto ai campioni locali; tuttavia, non è stato possibile definirne con esattezza la provenienza. Questi sono caratterizzati da un impasto con tessitura bimodale, nel quale il degrassante silicoclastico, granulometricamente più fine e più assortito rispetto alle ceramiche locali, è costituito da quarzo, feldspato alcalino, miche, aggregati polimineralici costituiti da quarzo e miche e raro clinopirosseno nel campione TER 5. Dal punto di vista chimico, tuttavia, non è stata riscontrata una chiara differenza con i campioni locali. Successive indagini e confronti con altre produzioni ceramiche potrebbero permettere di definire la provenienza di tali manufatti e valutarne la possibile importazione.

Peculiare appare essere il campione TER 8, che ricade nella tipologia stilistica delle olle. Tale campione mostra una frazione grossolana costituita da ortoclasio e subordinato microclino, aggregati polimineralici costituiti da quarzo, feldspato alcalino e mica e la caratteristica presenza di sporadici cristalli di tormalina. Questo campione differisce sensibilmente dagli altri anche dal punto di vista chimico, sia nel contenuto di elementi maggiori che di elementi in traccia.

Le caratteristiche composizionali, così come anche la presenza di degrassante contenente tormalina non è riconducibile ai prodotti vulcanici campani[47].

Dai confronti con altre produzioni ceramiche è stato possibile osservare una similitudine con campioni di olle provenienti dal sito protostorico del Puntone Nuovo di Scarlino[48]. Le olle dal Puntone di Scarlino, di provenienza locale, presentano una frazione grossolana costituita prevalentemente da quarzo e ortoclasio, con subordinato microclino e tormalina, di tipo *schorl*, con frammenti di rocce a composizione granitoide. Questo degrassante è perfettamente compatibile con il corpo granitico di Gavorrano, affiorante a breve distanza dal Puntone di Scarlino e caratterizzato da una *facies* leucogranitica arricchita in tormalina di tipo *schorl*[49].

La presenza del campione TER 8 nel sito di Punta d'Alaca ben supporta l'ipotesi dell'esistenza di una consolidata rete di scambi commerciali a lunga distanza tra i siti costieri medio-tirrenici durante l'età del Bronzo, dai quali provenivano le materie prime metalliche che venivano sottoposte a processi di lavorazione proprio nell'insediamento di Vivara.

[V.M. - A.D.B. - C.Ge - C.Gr - V.G.]

5. ARCHEOMETALLURGIA A VIVARA

5.1. Premessa

Gli scavi pluridecennali di Vivara hanno restituito numerose evidenze legate alle attività di lavorazione dei metalli che ebbero luogo nell'isola durante le prime fasi della media età del Bronzo (1700 – 1500 a.C.).

Lo studio di tali evidenze, realizzato coniugando sistemi di classificazione crono-tipologici con analisi metallurgiche, oltre a fornire informazioni sulla metallurgia antica, può contribuire non solo a individuare le antiche rotte commerciali, ma anche a osservare le dinamiche di diffusione di modelli, formali e tecnologici. L'isola di Vivara, luogo privilegiato di attivi scambi fra le comunità indigene e i naviganti micenei nell'ambito del Tirreno protostorico, permette di

47) Morra *et al.* 2010.
48) Aranguren *et al.* 2014.
49) Musumeci *et al.* 2005; Musumeci *et al.* 2008.

riscontrare con particolare evidenza quanto affermato da Robert M. Ehrenreich (1991, p. 55): «The objectives of archaeometallurgy should be to augment our understanding of the rise of craft specialization, the organization and importance of prehistoric industries, the effects of new technologies on societies, the extent and limits of cultural contacts, and the impetus and alterations required to change rudiments of societal infrastructure».

5.2. La metodologia di analisi

Le indagini archeometallurgiche sui reperti di Vivara sono state condotte impiegando tecniche di indagine non distruttive e non invasive, al fine di non danneggiare o alterare i reperti in studio.

La metodologia utilizzata nella caratterizzazione dei reperti ha previsto sin dal principio l'uso integrato di diverse tecniche, quali fluorescenza X (XRF), diffrazione X (XRD), metallografia ottica ed elettronica (SEM e EDS).

Le misure di fluorescenza X sono state eseguite su gran parte dei reperti nei quali la presenza di un nucleo metallico non alterato garantiva la significatività dell'esame. Questo è stato effettuato mediante uno strumento di fluorescenza X dispersiva in energia (ED-XRF) portatile, previa rimozione preliminare della patina in un'area ristretta del pezzo (ca. 1-2 millimetri di diametro).

Tale tecnica permette l'identificazione dei componenti chimici del reperto esaminato, consentendo di stabilire la presenza di un determinato elemento e, con una specifica metodologia di misura, stabilirne la concentrazione[50].

Data la ridotta penetrazione della radiazione è necessario eliminare preliminarmente nell'area indagata i prodotti di alterazione, al fine di ottenere informazioni sulla composizione elementare del metallo e non sulle patine superficiali. La non invasività peculiare di questa tecnica ha consentito in alcuni casi di effettuare più di una misura nello stesso pezzo, in punti differenti di esso, per studiare eventuali processi di segregazione e di arricchimento dei componenti della lega.

Il sistema di misura utilizzato è composto principalmente da quattro parti:

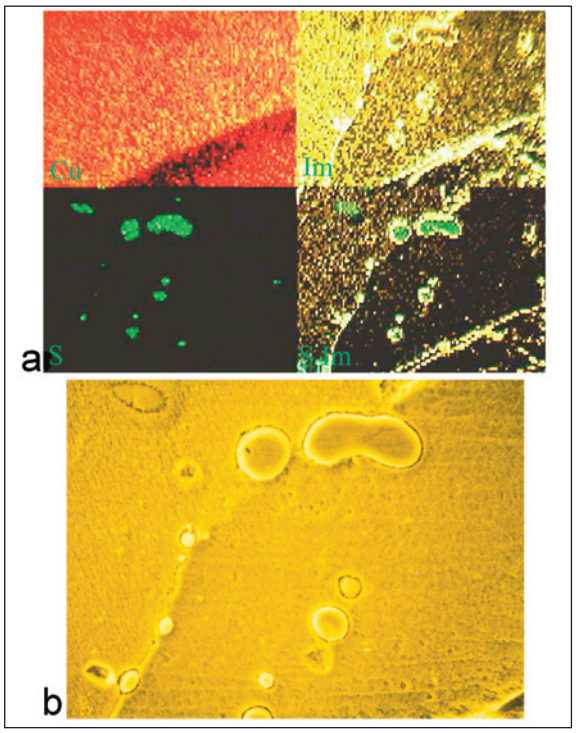
- un tubo a raggi X portatile raffreddato ad aria, che può raggiungere la tensione massima di 50 kV e la corrente massima di 1mA;
- un rivelatore termoelettricamente raffreddato (circuito Peltier) del tipo SDD con una risoluzione di 150 eV alla riga del ferro ed elettronica associata;
- un sistema di acquisizione con un multicanale Amptek MCA 8000;
- un computer portatile con *software* specifico.

Su alcuni reperti tale indagine è stata associata all'impiego del microscopio elettronico a scansione (SEM) interfacciato con microanalisi EDS. Questo ha consentito di rilevare la presenza di microinclusi e di ottenere informazioni sulla loro composizione chimica, dato questo di particolare rilevanza per la conoscenza della natura del minerale di origine del rame; in alcuni casi particolarmente significativi è stata anche eseguita la micromappatura, così da osservare la distribuzione degli elementi all'interno delle microstrutture (*fig*. 42, a).

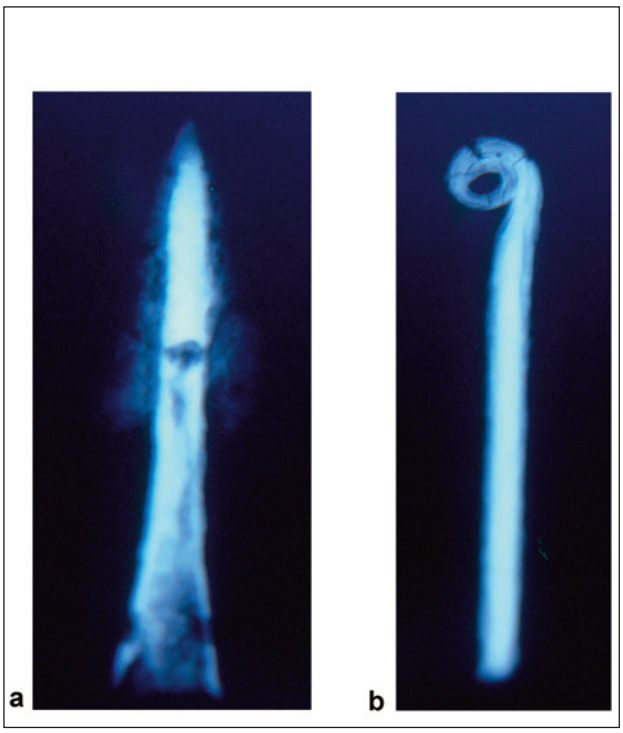
L'uso della radiografia, condotto nei casi in cui la corrosione non consentiva un'osservazione puntuale del reperto, ha permesso di evidenziare cricche e difettosità del metallo, fornendo inoltre significativi dati sulle tecniche di fabbricazione degli oggetti (*fig*. 43, a-b).

Le scorie e alcuni frammenti di minerale sono stati inoltre osservati mediante diffrazione X (XRD), tecnica che permette di quantificare i composti presenti nel campione e di ricavare informazioni sulla struttura cristallina (*fig*. 44, a).

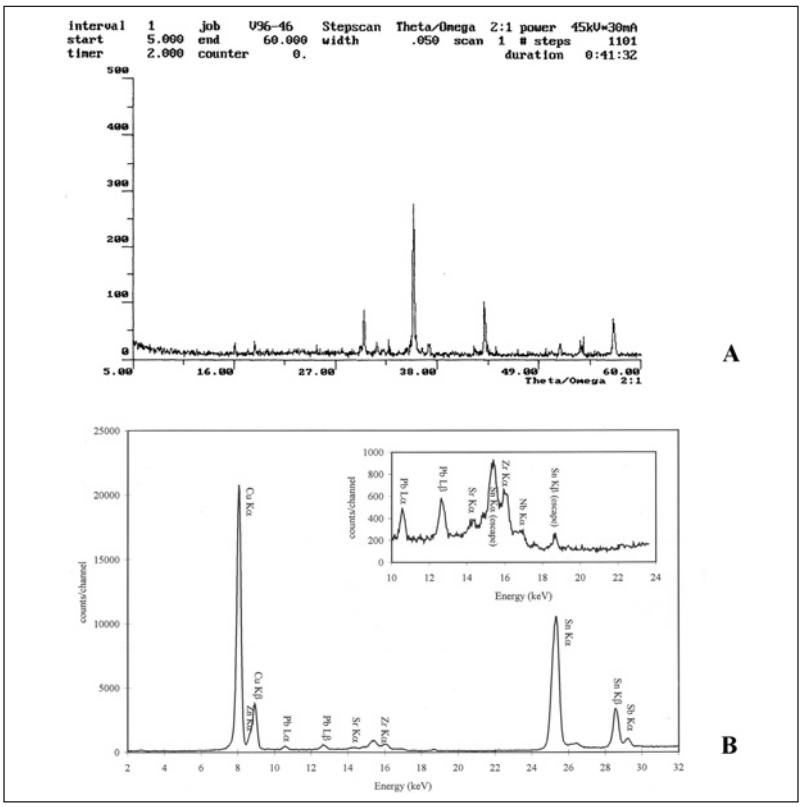
50) Vedi, tra gli altri, Gigante, Ridolfi 2005.



42. VIVARA - PUNTA D'ALACA: a. MICROMAPPATURA SEM-EDS DI UNA GOCCIA DI COLATA (inv. VE82M/2); b. MICROFOTOGRAFIA SEM DI UNA GOCCIA DI COLATA (inv. VE82M/2), MICROINCLUSI DI SOLFURI DI RAME



43. a. RADIOGRAFIA DELLA PUNTA DI FRECCIA A CANNONE DA VIVARA - P.TA DI MEZZOGIORNO; b. RADIOGRAFIA DELLO SPILLONE CON CAPOCCHIA A ROTOLO DA VIVARA - PUNTA D'ALACA (inv. VE78M/2)



44. VIVARA - PUNTA D'ALACA: a. DIFFRATTOGRAMMA DELLA SCORIA (inv. VE96M/46); b. SPETTROGRAMMA OTTENUTO CON LUCE DI SINCROTRONE DEL FRAMMENTO IN LEGA DI RAME (inv. VE94M/04)

Ci si è inoltre avvalsi su qualche campione, in via sperimentale, della tecnica della luce di sincrotrone, effettuata presso la Elettra-Sincrotrone di Trieste (*fig*. 44, b). Il sincrotrone, accelerando un fascio di elettroni a velocità prossime a quelle della luce e deviandoli mediante un campo magnetico, consente di ottenere una sorgente di raggi X tale da esplorare la materia con un livello di dettaglio altrimenti impossibile, permettendo di visualizzare la presenza nella lega di elementi in tracce anche minime.

5.3. I metalli protoappenninici di Vivara

L'isola di Vivara ha restituito attestazioni della più antica fase dei commerci micenei con l'Italia finalizzati all'approvvigionamento di materie prime, tra le quali i metalli hanno certamente avuto un ruolo preminente. Questa piccola isola, ora separata da Procida da uno specchio d'acqua di circa 100 metri, in antico era unita con l'isola più grande; essendo relativamente alta sul livello del mare (m 120), domina un ampio tratto di mare ed è ben difesa da coste scoscese, sebbene non manchi di punti di approdo. Il complesso Vivara-Procida costituisce, quindi, un basilare punto strategico per controllare l'accesso alle rotte nel Golfo di Napoli, un'area nodale per le imbarcazioni che, provenienti dall'Egeo e dal Mediterraneo orientale, si dirigevano verso il Mediterraneo centrale e occidentale attraverso il basso Tirreno.

Sebbene la Campania non abbia risorse cuprifere – del resto assenti in tutto il Sud della Penisola, a eccezione della Calabria – il Golfo di Napoli è un necessario punto di passaggio per le reti commerciali per l'approvvigionamento dei metalli, tra le quali spiccano per importanza i traffici trasmarini a lunga distanza legati al prezioso stagno che dall'Europa occidentale doveva raggiungere via mare la Penisola, probabilmente per il tramite della Sardegna. Al momento attuale non si dispone ancora di indicazioni scientifiche, ottenute mediante analisi dei rapporti isotopici del piombo sui reperti di Vivara, che chiariscano la provenienza del metallo che qui affluiva. Tuttavia a partire almeno dal Bronzo Medio più avanzato, vi sono consistenti indizi, ottenuti appunto attraverso analisi isotopiche, che il rame alpino raggiungesse la Puglia, forse attraverso la rotta adriatica[51].

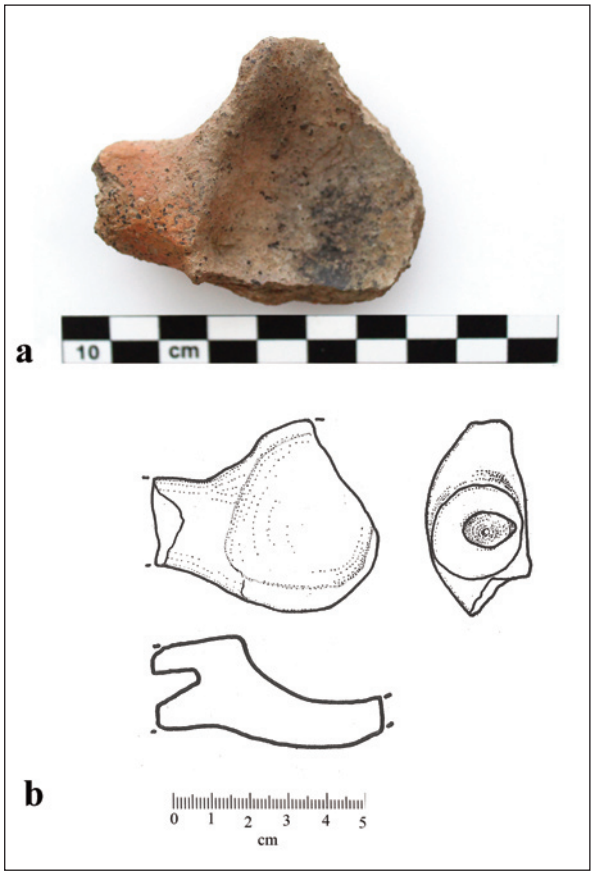
5.4. Punta di Mezzogiorno

Le indicazioni relative ad attività metallurgiche compaiono già nei più antichi livelli insediativi dell'isola, quali crogioli, scorie e forme di fusione. Esse attestano come i metalli costituissero sin dal principio un elemento di interesse rilevante, se non preponderante, nei traffici degli Egei con le comunità di Vivara. Fra le evidenze più antiche, relative al sito di Punta di Mezzogiorno, vanno ricordati i vari "focolari" che vi sono stati rinvenuti, alcuni dei quali probabilmente in rapporto con tracce di attività metallurgica, come frammenti di crogioli e frustuli di metallo[52]. Particolare interesse riveste una punta di freccia a cannone da Punta di Mezzogiorno (*fig*. 45) trovata all'interno di una piccola struttura bilobata riempita di cenere e carbone[53]; tale struttura è probabilmente da interpretarsi come una forgia per la lavorazione del metallo, dove il manufatto era stato sottoposto a processi termici, quali la ricottura dopo una fase di incrudimento meccanico[54].

Va segnalato come la punta di freccia in oggetto, per la sua particolare tipologia, si discosti dagli esemplari italiani del Bronzo Medio, avvicinandosi piuttosto a quelli micenei coevi[55].

51) Jung *et al.* 2011, pp. 241-245.
52) Cazzella, Moscoloni 1991, p. 59.
53) Cazzella, Moscoloni 1994, p. 110.
54) Giardino 1994, p. 74.
55) Giardino 1998a, p. 158.

45. VIVARA - PUNTA DI MEZZOGIORNO. PUNTA DI FRECCIA IN BRONZO



46. VIVARA - PUNTA DI MEZZOGIORNO. CROGIOLO A CUCCHIAIO CON IMMANICATURA A CANNONE

Qualora non si tratti di un'importazione diretta dall'area egea, potrebbe essere legata a un fenomeno di ispirazione tecnologico-formale di modelli allogeni estranei alla tradizione indigena. Sarebbe questo un significativo indizio dell'elevato livello di integrazione fra la cultura micenea e la comunità locale vivarese, almeno al livello della sua *élite*.

Da Punta di Mezzogiorno proviene un crogiolo d'impasto a cucchiaio con immanicatura a cannone e beccuccio versatoio con tracce di bruciatura all'interno, delle dimensioni di cm 5,9 x 5 x 2,6 (*fig*. 46, a-b). Si tratta di una morfologia che compare nel Mediterraneo centrale già in orizzonti calcolitici, come dimostrano gli esemplari corsi da Terrina IV (Aleria) e sardi da Monte d'Accoddi (Sassari)[56].

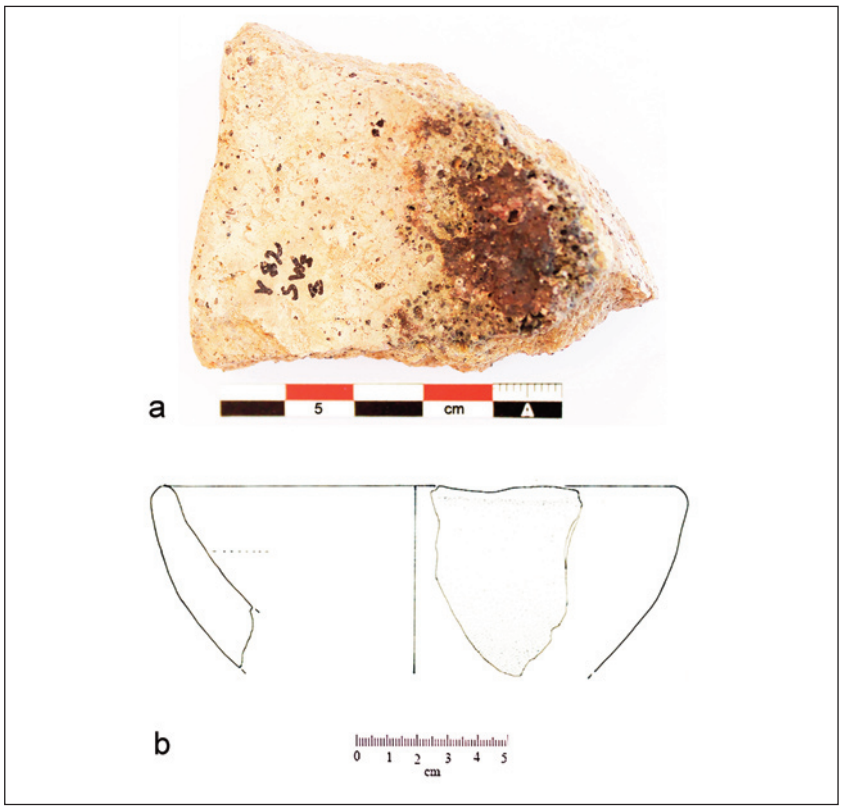
A Punta di Mezzogiorno, in un piccolo taglio condotto vicino allo scavo, sono stati rinvenuti due frammenti di altri crogioli (inv. VW82M19; VW82M20), di uno dei quali è stato possibile ricostruire graficamente la forma, a ciotola poco profonda, dal diametro di cm 16,8 (*fig*. 47, a-b). Le analisi condotte mediante XRF sulle concrezioni lasciate dalla colata sulle vasche interne hanno evidenziato in entrambi concentrazioni di ferro, nonché quantità significative di stagno e rame, dimostrando così che i crogioli erano stati usati per versare leghe di bronzo (*fig*. 48).

Da Punta di Mezzogiorno proviene inoltre un piccolo frammento di matrice in pietra; nonostante le ridotte dimensioni del pezzo si può ipotizzare che fosse destinato alla produzione di barrette metalliche (*Tav.* V, a).

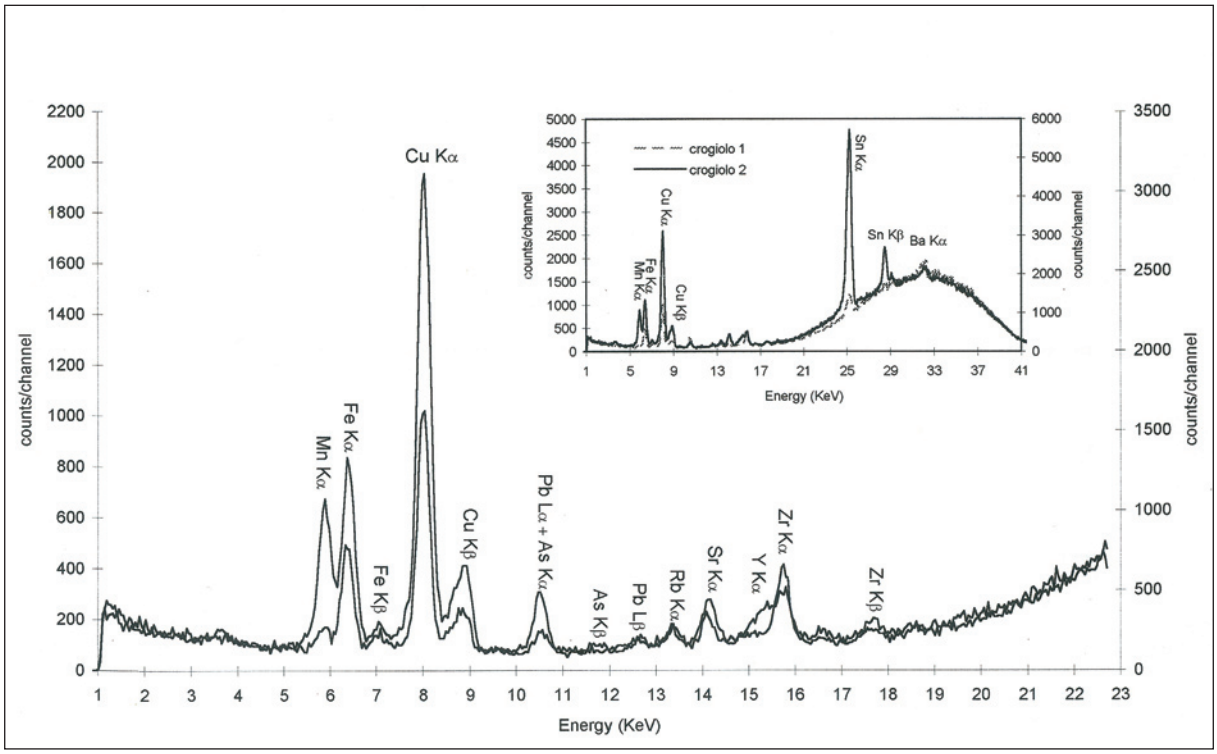
5.5. Punta d'Alaca

Lo scavo di Punta d'Alaca ha interessato livelli più tardi, pur nell'ambito della media età del Bronzo, rispetto a Punta di Mezzogiorno. Anch'esso ha restituito numerosi indicatori di attività metallurgica. Fra il centinaio di oggetti metallici rinvenuti, sono state identificate gocciole di colata, residui di fusione e coti in pomice con tracce dell'affilatura di lame, nonché varie piccole scorie[57]. A tali indicatori di attività artigianali si aggiunge un frammento di forma di

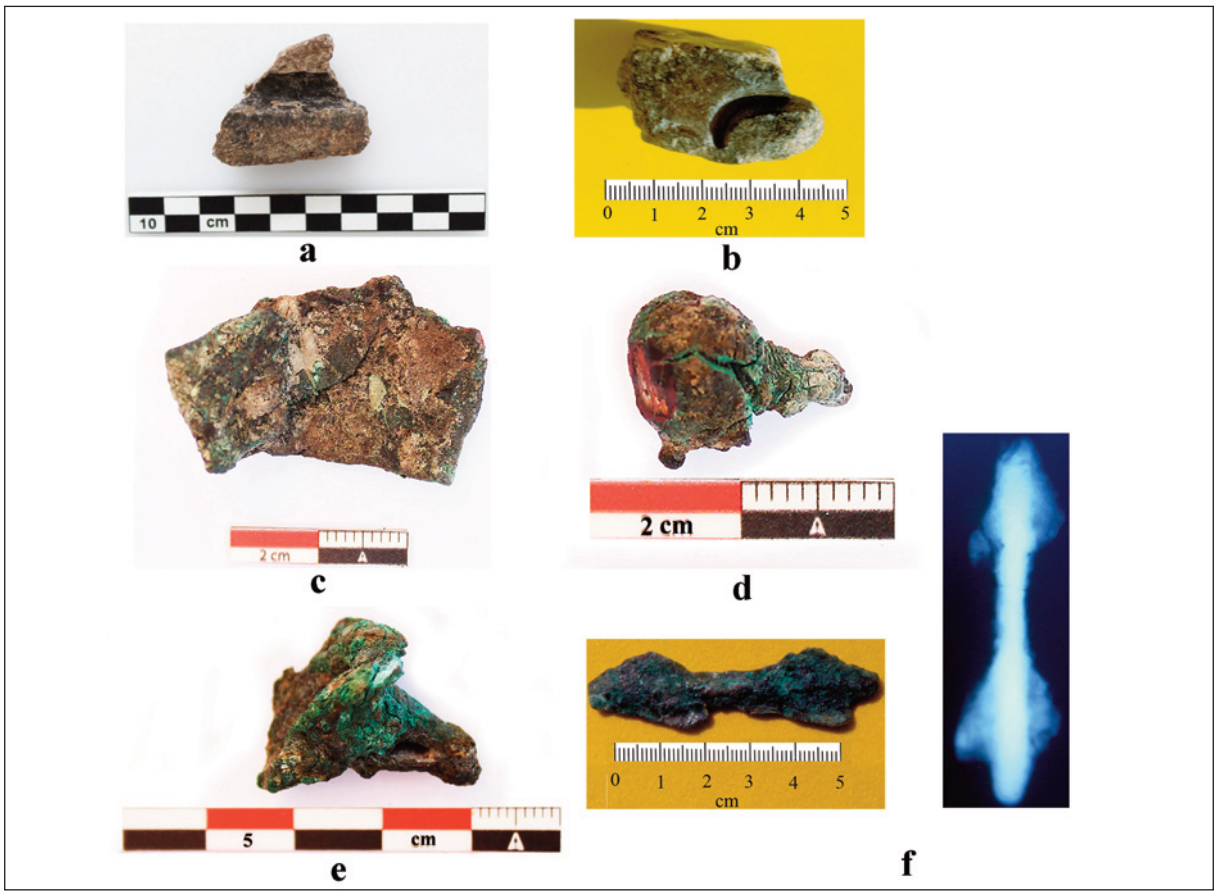
56) Camps 1988, p. 241, fig. 101: 2,4; Contu 1983, p. 100, nt. 16.
57) Giardino 1998a; Giardino 1998b.



47. VIVARA - PUNTA DI MEZZOGIORNO. CROGIOLO A CIOTOLA POCO PROFONDA (inv. VW82M20)



48. VIVARA - PUNTA DI MEZZOGIORNO. SPETTROGRAMMI XRF: COMPARAZIONE DELLE CONCREZIONI NEI DUE CROGIOLI RINVENUTI NEL TAGLIO PRESSO LO SCAVO (inv. VW82M19; VW82M20)



Tav. V - VIVARA: a. FORMA DI FUSIONE IN PIETRA FRAMMENTARIA DA PUNTA DI MEZZOGIORNO; b. FRAMMENTO DI FORMA DI FUSIONE IN SERPENTINO DA PUNTA D'ALACA (inv. VE94M/05); c. LAMINA METALLICA DA PUNTA D'ALACA (inv. VE84M/12); d. GOCCIA DI COLATA DA PUNTA D'ALACA (inv. VE82M/16); e. *APPLIQUE* A FORMA DI FIORE DA PUNTA D'ALACA (inv. VE77M/5); f. PUGNALETTO DA PUNTA D'ALACA (inv. VE77M/6)

fusione in serpentino nerastro per la fabbricazione di spade a lingua da presa (inv. VE94M/5). Il frammento, lungo cm 4,5 e largo cm 3,2, è stato spezzato intenzionalmente in antico; sulla faccia superiore rimane parte del limite dell'immanicatura e della base della lama[58] (*Tav*. V, b).

Particolare interesse rivestono le numerose gocce metalliche rinvenute nel corso degli scavi, oggetto di indagini approfondite. Tali reperti, di forma caratteristicamente tondeggiante, sono caduti dal crogiolo durante le operazioni di colata. Talune sono costituite da leghe di rame e stagno, altre da rame pressoché puro.

La presenza di residui di fusione costituiti da metallo non alligato segnala come sull'isola dovesse avvenire anche l'alligazione con lo stagno, operazione preliminare alla fusione dei manufatti, nelle proporzioni Cu/Sn più idonee a ciò che si intendeva produrre.

Data la presenza di un gran numero di indicatori di attività officiali, si può ritenere che una parte almeno degli oggetti utilizzati dalla comunità di Vivara fosse stata prodotta *in loco*. Le analisi condotte sui reperti indicano come l'uso delle varie leghe di stagno fosse a Vivara legato alla funzione cui erano destinati gli oggetti.

Ne sono esempi uno spillone con capocchia a rotolo (inv. VE78M/2) (cfr. radiografia in *fig*. 43, a) la cui composizione elementare è costituita da Cu 90%, Sn 5,8%, Pb 0,7%, Fe 2,9% e Sb 0,4%. Qui il tenore di stagno appare relativamente basso, ma va tenuto conto che gli spilloni,

58) Giardino 2001a, p. 301.

come di norma gli ornamenti, non dovevano svolgere alcuna funzione meccanica che richiedesse un metallo duro e resistente. Analoghe considerazioni valgono anche per un chiodetto per il fissaggio di una lama all'immanicatura (inv. 79/9): Cu 92%, Sn 5,8%, Zn 2%.

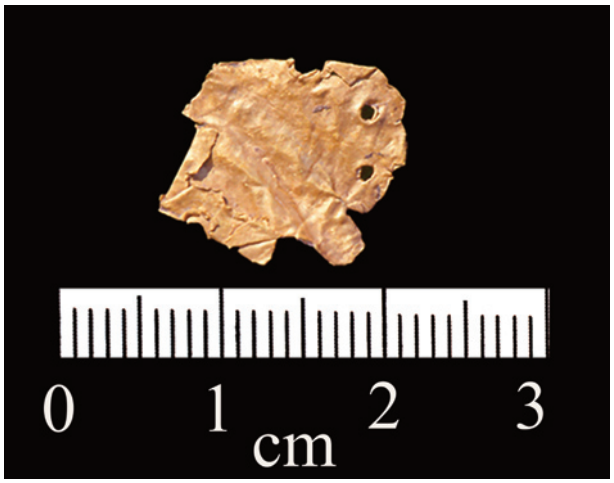
La capacità di calibrare la lega per ottenere il bronzo più idoneo agli scopi cui era destinato appare anche evidente in una lamina proveniente dallo svuotamento della fossa α (inv. VE82M/14) (*Tav*. V, c) i cui componenti principali sono: Cu 98%, Sn 0,1%, Fe 0,7%. Qui l'uso di rame praticamente puro si giustifica con la volontà di disporre di un materiale assai malleabile, particolarmente idoneo alla fabbricazione di vasellame.

Che venissero tuttavia prodotte e utilizzate anche leghe ricche di stagno è evidenziato da una goccia di colata, residuo quindi della produzione di un manufatto, anch'essa proveniente dallo svuotamento della fossa α (inv. VE82M/16) (*Tav*. V, d): Cu 89,8%, Sn 7,8%, Fe 2%.

Va rilevato come oggetti di verosimile importazione dall'Egeo, quali un'*applique* a forma di fiore, probabilmente la decorazione di un vaso metallico (inv. VE77M/5) (*Tav*. V, e), o un pugnaletto (inv. 77/6; *Tav*. V, f), presentavano leghe con una buona percentuale di stagno: il "fiore" Cu 94%, Sn 3,8%, Fe 1% (l'oggetto mostra anche un inusuale tenore di Cd: 0,33%), il pugnaletto Cu 87,38%, Sn 12,13%, Fe 0,48%. In quest'ultimo oggetto proprio i suoi elevati valori di stagno potrebbero averne facilitato la rottura e quindi il successivo reimpiego. Il pugnaletto, con codolo e lama slanciata, ha infatti una forma inusuale fra i pugnali della Penisola. Il pezzo è fortemente corroso: con l'ausilio delle analisi radiografiche si è potuto evidenziare come fosse stato realizzato riciclando una spada, cosa che conferma la presenza *in loco* di operai specializzati al riguardo. La spada originaria, dalla forma stretta e snella, trova confronti diretti con esemplari egei, quali le spade dei tipi A e C di N. K. Sandars[59].

Oltre a manufatti in lega di rame, lo scavo di Punta d'Alaca ha restituito anche reperti realizzati in altri metalli, un fenomeno inconsueto nel panorama protostorico dell'Italia peninsulare.

Dal fondo della fossa α proviene una sottile *applique* circolare in lamina d'oro con fori perimetrali per il fissaggio, ripiegata, del diametro di cm 1,5 e il peso di g 0,2 (inv. VE96M/25) (*fig*. 49). Essa costituisce, al momento, la più antica attestazione di oro nella Penisola.

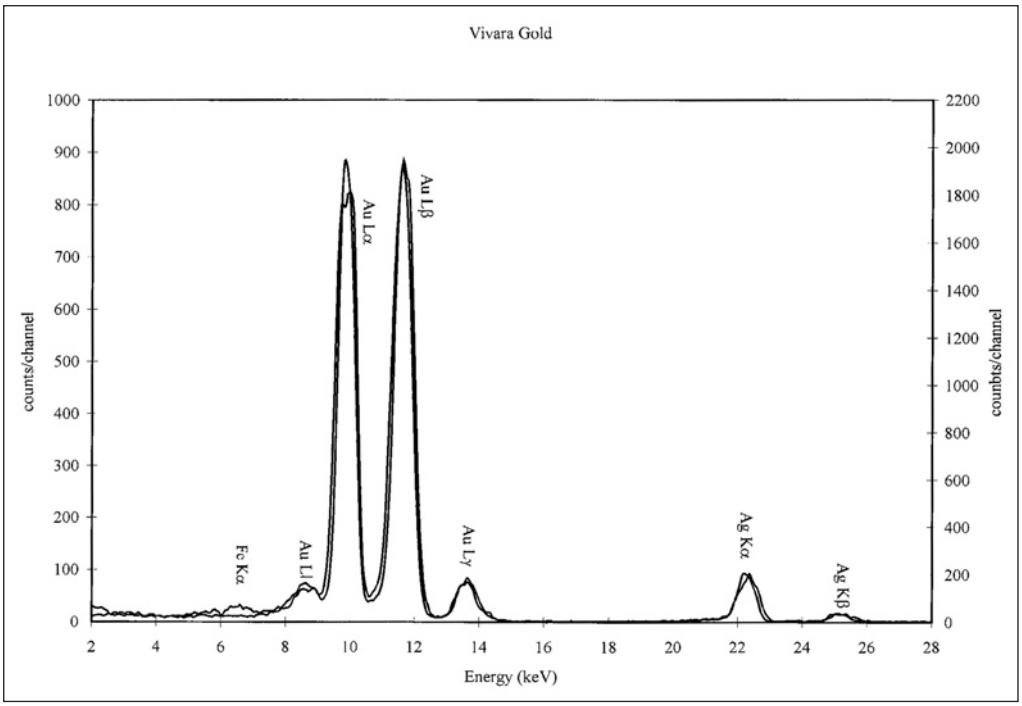


49. VIVARA - PUNTA D'ALACA. *APPLIQUE* D'ORO (inv. VE96M/25)

La lega utilizzata per l'*applique* contiene, oltre all'oro come elemento prioritario, una certa percentuale di argento e tracce di ferro (*fig*. 50). L'argento è di norma presente in tracce nell'oro nativo, ma veniva generalmente anche aggiunto di proposito nella lega, in quanto, oltre ad abbassarne il punto di fusione, rendeva il metallo più duro e gli conferiva una tonalità più chiara[60].

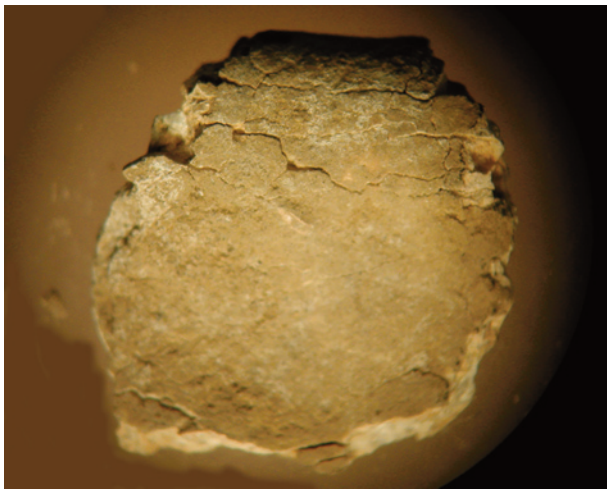
Da Punta d'Alaca proviene, inoltre, un piccolo peso da rete in piombo (inv. VE95M/5) (*fig*. 51), metallo estremamente raro negli insediamenti italiani della media età del Bronzo. Il reperto, una laminetta ripiegata destinata a essere attaccata alla

59) Sandars 1961, p. 26; Sandars 1963, pp. 117-122.
60) Giardino 2001b, p. 61.



50. SPETTROGRAMMA XRF DELL'*APPLIQUE* D'ORO

corda della rete per costituirne l'armatura, secondo una modalità che diventerà poi comune in età storica, trova confronti con esemplari rinvenuti nell'isola di Cipro, nell'insediamento del Tardo Bronzo di Pyla-Kokkinokremos (XIII-XII a.C.[61]) e costituisce quindi un'ulteriore attestazione dell'osmosi culturale fra Mediterraneo orientale e comunità indigene. La fiorente attività di pesca che doveva essere praticata probabilmente sotto costa dalle comunità isolane è documentata oltre che dai numerosi resti di pesce rinvenuti nel corso degli scavi, anche da vari pesi da rete in argilla[62].



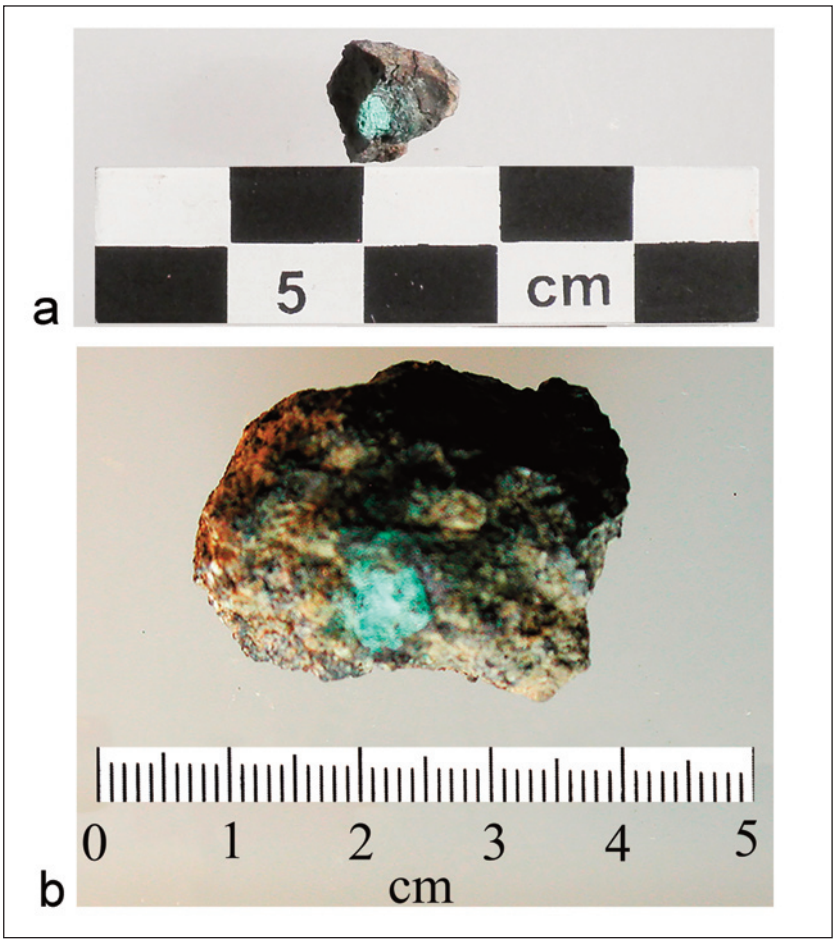
51. PESO DA RETE IN PIOMBO (inv. VE95M/5)

Le scorie sono fra i principali indicatori archeologici dei processi metallurgici che avevano luogo in un sito. Hanno grande resistenza all'usura e alla corrosione e si conservarno quindi assai bene; la loro presenza e quantità fornisce informazioni sull'estensione delle attività metallurgiche effettuate in passato. Tale dato non è però esente da ambiguità, in quanto è spesso assai difficile distinguere con certezza se esse siano legate alla fase dell'estrazione del metallo (*smelting*) o a piuttosto a quelle successive di raffinazione, alligazione o colata. Un significativo indizio è fornito dalla quantità e dalla dimensione delle scorie: di solito nel

61) Stos Gale, Gale 2010, p. 399.
62) Carannante *et al.* 2005, pp. 219-220; Giardino, Zappatore c.s.

caso dello *smelting* le scorie sono più grandi e abbondanti rispetto a quelle connesse con altre forme di attività metallurgica. Alla Punta d'Alaca sono state ritrovate solo poche scorie e di dimensioni ridotte, suggerendo che sull'isola non si svolgesse attività di estrazione da minerale, se non eventualmente in quantità assai ridotta (*fig*. 52). Ne sono state rinvenute infatti soltanto una decina, la più grande delle quali pesa appena 20 grammi. Poiché non erano associate ad alcuna struttura metallurgica, né formavano accumuli, è verosimile ipotizzare che provenissero non dall'area direttamente interessata dallo scavo, ma piuttosto dai suoi pressi.

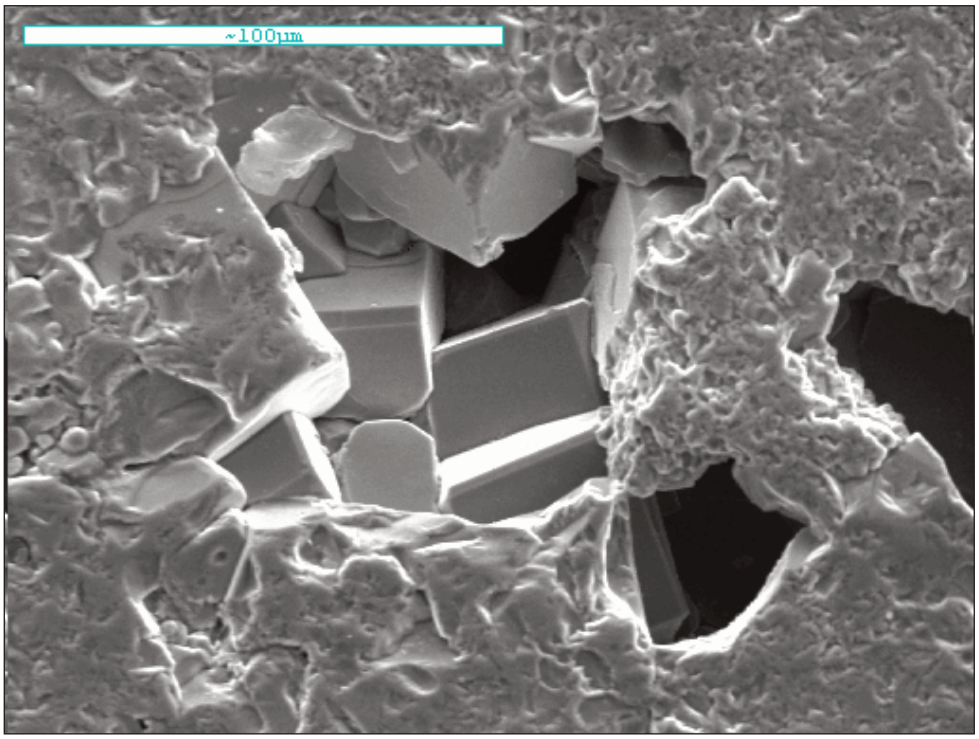
Attraverso l'esame metallografico è stata rilevata nelle scorie la presenza di cristalli di fayalite e di magnetite, minerali che si riscontrano sia nelle scorie di colata (*melting slag*), che in quelle di estrazione (*smelting slag*).



52. VIVARA - PUNTA D'ALACA: a. SCORIA inv. VE96M/20; b. SCORIA inv. VE81M/1

L'indagine al microscopio elettronico a scansione associato a microsonda EDS ha tuttavia individuato all'interno di un campione la presenza di cuprite, sia in cristalli cubici, sia attorno a un nucleo di rame metallico, un significativo indizio che la scoria non è legata a scarti di lavorazione primaria, cioè di estrazione del metallo dal minerale (*smelting*) del rame (*fig*. 53)[63]. La cuprite richiede infatti per formarsi di condizioni parzialmente ossidanti, rare nei processi di estrazione dal minerarie, ma abbastanza frequenti in quelli legati alla colata[64].

63) Giardino *et al.* 2011.
64) Bachmann 1982, p. 16.

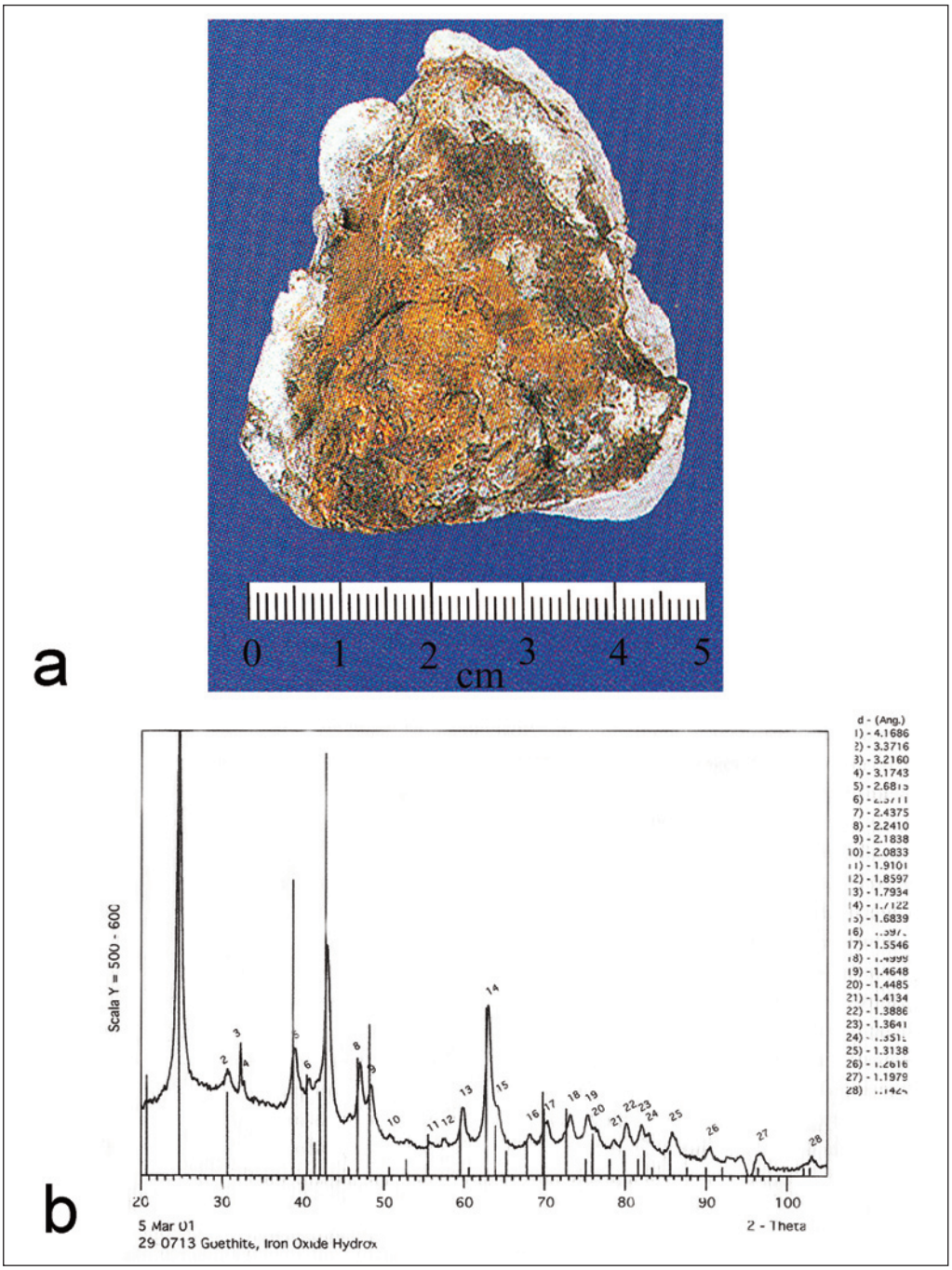


53. VIVARA - PUNTA D'ALACA. MICROFOTOGRAFIA SEM DELLA SCORIA (inv. VE81M/1): MICROCRISTALLI DI CUPRITE

Sia in talune scorie, che nelle gocce di rame, che negli scarti di colata, è stata osservata all'indagine metallografica sia ottica che elettronica la presenza di solfuri cupriferi, indice del fatto che il rame utilizzato nell'insediamento fosse stato ricavato da giacimenti di solfuri cupriferi, come la calcopirite. In questo contesto va segnalata la presenza di frammenti assai piccoli di calcopirite da Punta d'Alaca. Notevole interesse ha inoltre il ritrovamento durante lo scavo subacqueo, al livello dell'antica spiaggia, di un frammento di minerale metallico, lungo g cm 5,9, largo cm 4,9, spesso cm 3,7 e dal peso di g 64,7 (inv. V00S11M/1). Si tratta di un minerale con ganga silicatica nel quale l'indagine condotta con diffrazione a raggi X ha individuato la presenza di goethite, un idrossido di ferro (*fig*. 54). Questo pezzo fornisce un'ulteriore prova dei traffici di materie prime che dovevano avere luogo nell'isola[65].

Spesso il rame estratto dal minerale in età protostorica conteneva tracce significative di solfuri e di ferro (il cd. "rame nero"), che veniva anche commerciato in forma di lingotti. Anche il villaggio di Punta d'Alaca ha restituito evidenze in tal senso, come una goccia di colata (inv. VE82M/2) rinvenuta nello svuotamento della fossa α (Cu 98%, Fe 1,5%) e un residuo di fusione (inv. VE78M/1) (Cu 97%, Fe 1,5%, Zn 1%). Per entrambi si deve tener conto che queste ultime sono le misure sono state eseguite con una strumentazione di fluorescenza X non a flussaggio di elio, non in grado quindi di determinare la presenza di elementi quali lo zolfo. La goccia è stata infatti investigata anche con il SEM associato a EDS, che ha evidenziato la diffusa presenza di microstrutture composte essenzialmente da solfuri di rame, la cui composizione è intorno al 70,29% Cu e 29,71% S (cfr. *fig*. 42, a-b).

65) Giardino 2001a, p. 303.



54. a. FRAMMENTO DI MINERALE METALLICO DALLO SCAVO SUBACQUEO (inv. V00S11M/1); b. DIFFRATTOGRAMMA DELLA MINERALIZZAZIONE FERROSA (inv. V00S11M/1)

Per ottenere un metallo abbastanza puro, adatto alla lavorazione e alla fabbricazione di oggetti, era quindi necessario sottoporlo a un processo di raffinazione. Si può quindi supporre che presso la Punta d'Alaca fossero presenti delle officine specializzate non solo nella fusione del rame per la produzione di oggetti, ma anche nella sua raffinazione e alligazione.

[C.Gi. - T.Z.]

6. TECNICHE DI FILATURA A VIVARA: INDAGINI SUL "MOMENTO D'INERZIA" APPLICATO ALLE FUSAIOLE DI PUNTA D'ALACA

6.1. Premessa

Nell'insediamento di Vivara - Punta d'Alaca sono stati rinvenuti nel corso degli scavi numerosi manufatti connessi con le attività domestiche di fabbricazione di tessuti, quali aghi e fusaiole; sono invece sino ad ora assenti i pesi da telaio.

L'esame delle fusaiole condotto in chiave non meramente tipologica, ma tecnologica, può fornire un contributo al dibattuto problema della filatura protostorica. Tale approccio è basato sull'indagine funzionale dei volani tramite l'analisi di alcuni loro parametri (morfologia, peso, diametro, diametro del foro) e il calcolo del *Momento d'Inerzia* (*MI*), ovvero la loro velocità di rotazione.

6.2. Gli aghi e la cucitura dei tessuti

Gli aghi sono strumenti generalmente impiegati per cucire assieme, rinforzare o decorare pezzi di tessuto o di pelle, ma la tecnica poteva essere anche usata per giuntare altri materiali. Sono essenzialmente delle sottili barrette con una estremità appuntita, per permettere il passaggio nel materiale da lavorare, e l'altra con un foro, detto cruna, per trattenere il filo.

Gli aghi protostorici sono fabbricati generalmente in osso o leghe di rame. Gli esemplari in osso rinvenuti nei contesti archeologici sono spesso più corti e meno sottili di quelli in bronzo, quindi maggiormente adatti per lavorazioni minute[66]. Aghi in bronzo sono presenti in molti siti dell'età del Bronzo, talora anche associati a esemplari in osso, come nel sito di Lucone di Polpenazze (Brescia)[67].

Un elemento tipologicamente rilevante negli aghi protostorici è legato al modo di realizzare la loro cruna. Un gruppo di 15 esemplari, di dimensioni estremamente ridotte e quindi adatti a lavorazioni fini, proviene dal ripostiglio di Gualdo Tadino (Perugia): tutti hanno la cruna che era stata prodotta allungando, ripiegando e giuntando la biforcazione metallica[68].

Due esemplari integri da Roca Vecchia (Melendugno, Lecce), uno databile al Bronzo Medio l'altro del Bronzo Finale, hanno invece la cruna prodotta forando il fusto verso una estremità, appuntita[69]; si confrontano con un esemplare della Tarda età del Bronzo da Broglio di Trebisacce (Cosenza)[70].

Nell'insediamento di Vivara sono stati rinvenuti due aghi in bronzo di piccole dimensioni; di uno si conserva solo il fusto, dell'altro resta unicamente la parte iniziale della cruna; non è quindi possibile stabilire come questa sia stata realizzata:

- inv. 82/15: lungh. conservata cm 2,5, diam. cm 0,3; diam. cruna conservata cm 0,4 (*fig*. 55, a);
- inv. 79/8: lungh. conservata cm 1,06, diam. cm 0,1; cruna non conservata (*fig*. 55, b).

Le ridotte dimensioni rendono questi due aghi particolarmente adatti alla lavorazione su filati sottili, quali quelli da fibre di origine animale, e per lavori di fino.

66) Gleba 2008, p. 157.
67) Bazzanella, Mayr 1999, p. 39.
68) Peroni 1963, 1.6, figg. 33-47.
69) Maggiulli 2017.
70) Peroni, Trucco 1994, p. 572, fig. 120 n. 11.

55. VIVARA - PUNTA D'ALACA. a. AGO IN BRONZO (inv. VE82M/15); b. AGO IN BRONZO (inv. VE79M/8)

6.3. Le fusaiole e la filatura nella Protostoria

La filatura consiste nel torcere e allungare la fibra tessile trasformandola in filato pronto per essere tessuto. Il processo può essere effettuato anche senza attrezzi, con il solo ausilio delle mani; in questo caso sarà più lento e difficoltoso, con la reale possibilità che il filo si aggrovigli[71]. Il metodo molto più efficace e veloce è la filatura con il fuso, attrezzo essenzialmente costituito da due elementi: un'asta - principalmente in legno, sebbene non manchino esemplari protostorici in osso, metallo e avorio[72] - con un uncino sulla sommità (ligneo anch'esso o, più tardi, metallico), che serviva ad agganciarsi alla fibra, e una fusaiola all'estremità opposta. Questa variava notevolmente per materiale, forma e dimensione, a seconda del tipo di fibra che si doveva lavorare e del tipo di filato che si voleva ottenere[73]. Le fibre, prima di essere filate, venivano inumidite per aumentarne la coesione[74].

In alcuni casi antropologicamente documentati il fuso poteva essere sprovvisto di fusaiola, sostituita talora da un ingrossamento nella parte centrale dello strumento[75]; seppure più rari di quelli con fusaiola, esemplari di questo tipo sono stati usati in Italia almeno fino agli inizi del secolo scorso[76].

71) Barber 1992, pp. 41-42.
72) Mistretta 2004, p. 172.
73) Andersson Strand 2012, p. 27.
74) Mistretta 2004, p. 172.
75) Crepaldi, Traverso 2009, pp. 165-166; Meo 2015, p. 16; Di Giuseppe 2012, p. 480.
76) Scheuermeier1980, pp. 249- 251.

Esistono quattro principali metodi di utilizzo del fuso:

1) Fuso sospeso: l'attrezzo viene fatto girare con la mano, rimanendo in sospensione. Il filo ottenuto risulta piuttosto fine.

2) Fuso impugnato: un piccolo lembo del filo viene attorcigliato a mano e poi fissato a un sostegno. La torsione e la conseguente filatura prosegue poi facendo ruotare il fuso con i palmi delle mani; il filato ottenuto sarà abbastanza grossolano e non omogeneo.

3) Fuso fatto girare su una coscia: il filatore usa la coscia come sostegno per far ruotare il fuso. La tecnica veniva utilizzata anche per unire insieme due o più fili[77]. Confronti etno-archeologici mostrano che questa tecnica serviva per associare insieme anche fili provenienti da fibre diverse, sia vegetali che animali, così da assommare in un unico filato le caratteristiche delle varie fibre utilizzate (es: lana e cotone, lino e cotone, ecc.)[78].

4) Il fuso veniva fatto ruotare dopo aver appoggiato l'estremità dello strumento a terra o sul fondo di un recipiente[79].

La rotazione può avvenire sia verso sinistra (il filo avrà una torsione a "*s*"), sia verso destra (torsione a "*z*"). Le due diverse torsioni non inficiavano la qualità del prodotto ed è probabile che la scelta dipendesse semplicemente dalla mano utilizzata dal filatore[80].

Le fusaiole sono reperti abbastanza comuni in un contesto archeologico, nonché, in massima parte, la più immediata testimonianza della filatura, giacché i fusi, principalmente di materiale organico, raramente si conservano.

La forma della fusaiola non influisce in modo significativo sulla filatura, a differenza del rapporto tra diametro e altezza e il peso dell'oggetto stesso, che influenzano direttamente la velocità di rotazione del fuso[81].

Il peso della fusaiola, in particolare, cambia a seconda del tipo di fibra lavorata: una fusaiola dal peso elevato avrebbe girato lentamente e sarebbe stata usata per lavorare fibre più spesse e lunghe (come quelle vegetali) e per produrre, di conseguenza, un filato maggiormente spesso. Una fusaiola dal peso minore, al contrario avrebbe avuto una rotazione più veloce e sarebbe stata quindi adatta a fibre più corte (come quelle animali) e a produrre un filato maggiormente sottile.

Il peso delle fusaiole fornisce inoltre informazioni sulla tecnica stessa di filatura. Una fusaiola "leggera" (dal peso fino ai 50 grammi) poteva essere usata con la tecnica del fuso sospeso, in quanto il suo peso non avrebbe provocato la rottura delle fibre stesse. Al contrario, una fusaiola "pesante" (dal peso superiore ai 50 grammi, sino ai 140-150 grammi)[82], se usata in sospensione, avrebbe causato la rottura o la non coesione delle fibre corte[83].

Oltre il peso, altri parametri essenziali per la funzionalità dell'oggetto sono diametro e spessore.

A parità di peso, le fusaiole dal diametro più grande vengono usate per produrre fili più spessi di quelli realizzati usando fusaiole di diametro inferiore[84].

Lo spessore, invece, condiziona il movimento della fusaiola a seconda della forma, poiché

77) Barber 1992, pp. 47-48.
78) Intervista alla sig.ra Antonietta Rizzello di Specchia (Lecce), marzo 2017.
79) Mistretta 2004, pp. 172-173; Veneziano 2010, p. 100.
80) Andersson Strand 2012, pp. 32-33.
81) Gleba 2008, p. 106.
82) Barber 1992, p. 52.
83) Veneziano 2010, p. 101.
84) Barber 1992, p. 51-52; Mistretta 2004, p. 178.

da esso dipende la distribuzione delle masse nell'oggetto: le fusaiole biconiche sono quindi "più aerodinamiche" rispetto alle altre, quindi avranno una rotazione più veloce.

Altri elementi essenziali sono il diametro e la centralità del foro, che devono essere realizzati con precisione per evitare oscillazioni del fuso con conseguente difficoltà nella lavorazione. Il diametro doveva, ovviamente, essere grande abbastanza per l'inserimento del fuso; a volte si presentava allargato alle estremità: è quindi probabile che, per mantenere la fusaiola in posizione sull'asta, fossero utilizzate fibre non tessute o della resina. La variabilità nel diametro dei fori è tra cm 0,3 e cm 1[85].

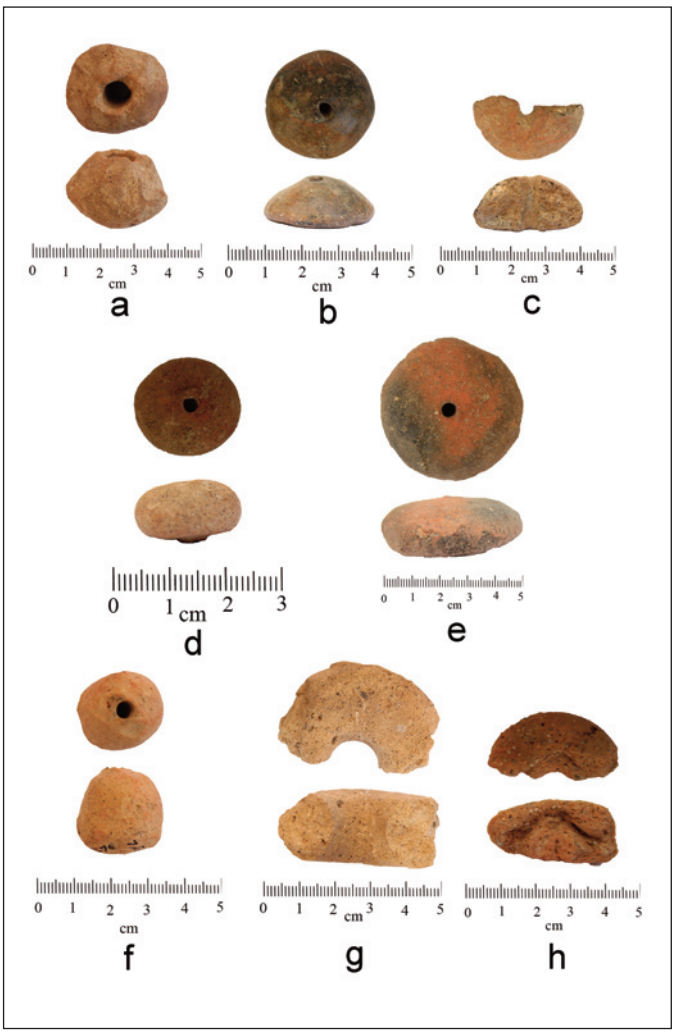
Le fusaiole potevano essere posizionate sull'asta del fuso in tre diversi punti: all'estremità superiore, all'estremità inferiore e al centro. La scelta è ininfluente per il processo e pare sia invece un carattere socio-culturale[86].

Le fusaiole dalla Punta d'Alaca sono in totale 53, delle quali 30 integre e 21 frammentarie. Tuttavia, nella quasi totalità di quelle rotte è però conservata la metà, così da consentire agevolmente di ricostruirne la grandezza e il peso originario.

Il materiale usato per la loro realizzazione è esclusivamente la ceramica d'impasto. Le forme attestate sono discoidali, coniche, biconiche, globulari ed ellissoidali; non sono stati riscontrati esemplari decorati (*Tav.* VI, a-f).

Considerando la natura isolana di Vivara, emerge il problema di distinguere le fusaiole per filare da quelle impiegate invece in altre attività di sussistenza. Le fusaiole, infatti, hanno una forma analoga ai pesi da rete usati per la sciabica o il piccolo strascico, un tipo di pesca prevalentemente costiera: la loro caratteristica forma tondeggiante avrebbe permesso alle reti di rotolare sul fondale, impedendo di impigliarvisi[87].

Nell'insediamento di Punta d'Alaca non sono stati rinvenuti, al momento, ami da pesca; sono, però, stati identificati resti di molte specie di pesci, tra i quali la razza trigòne (*Dasyatis sp.*), il sarago (*Diplodus sp.*) e l'orata (*Sparis Aurata I.*).



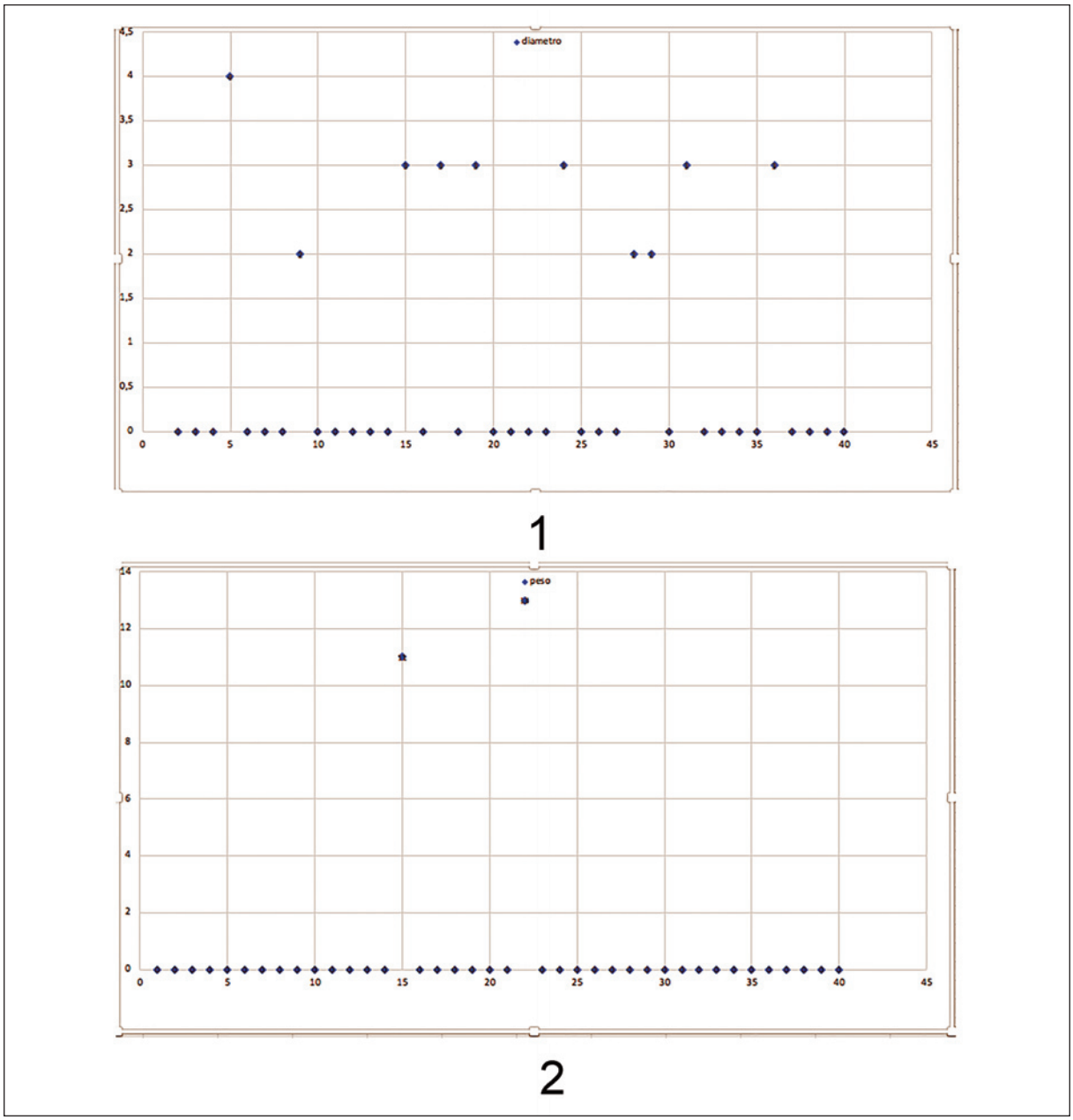
Tav. VI - VIVARA PUNTA D'ALACA. a. FUSAIOLA BICONICA (inv. V01E 01S/2); b. FUSAIOLA CONICA (inv. V77E 77S/1); c. FUSAIOLA CONICA (inv. V80E 80S/6); d. FUSAIOLA ELLISSOIDALE (inv. V81E 81S/7); e. FUSAIOLA DISCOIDALE (inv. V94E 94S/7); f. FUSAIOLA GLOBULARE (inv. V94E 94S/5); g. PROBABILE PESO DA RETE (inv. V81E 81S/1); h. PROBABILE PESO DA RETE (inv. V96E 96S/7)

85) Liu 1978, p. 97; Barber 1992, p. 52; Gleba 2008, p. 108.
86) Mistretta 2004, pp. 174-175.
87) Giardino, Zappatore c.s.

Tutte queste specie sono compatibili con un tipo di pesca costiero, come le nasse e, appunto, la sciabica[88].

Sembra quindi plausibile che alcuni dei manufatti considerati tipologicamente delle fusaiole siano stati, in realtà, dei pesi da rete, o che, almeno, siano anche stati adoperati come tali a un certo punto del loro uso. A sostegno di tale ipotesi è stato osservato come la parte superficiale di alcuni di questi oggetti appaia levigata come se fossero stati a contatto con acqua e sabbia (*Tav*. VI, g-h).

Nel loro insieme, il diametro massimo dei reperti da Punta d'Alaca oscilla dai 2 ai 5,5 centimetri; il foro di sospensione ha diametro fra i 0,3 e i 1,7 centimetri; il peso varia tra i 4,53 e i 38,54 grammi (*fig*. 56).



56. VIVARA - PUNTA D'ALACA. 1. DIAGRAMMA RELATIVO AL DIAMETRO DELLE FUSAIOLE (SI NOTI L'EVIDENTE OMOGENEITÀ); 2. DIAGRAMMA RELATIVO AL RAPPORTO DEL PESO DELLE FUSAIOLE

88) Carannante *et al.* 2003, pp. 219-220.

6.4. Il Momento d'Inerzia e le fusaiole di Vivara

Peso e diametro sono i parametri usati per calcolare il *Momento d'Inerzia* (*MI*) delle fusaiole, che misura la capacità di un corpo di mantenersi in movimento a velocità costante. I calcoli sono stati effettuati rapportando il peso con il raggio della fusaiola[89]:

$$MI = 1/2\ mr^2$$

dove *m* sta per il peso e *r* per il raggio.

Come si nota, il valore raddoppia raddoppiando il peso, ma mantenendo costante il raggio, mentre quadruplica se si raddoppia il raggio e si mantiene costante il peso. Questo implica che una fusaiola con *MI* maggiore ruoterà più lentamente, ma più a lungo di una con *MI* minore.

La formula presentata si riferisce a fusaiole di forma discoidale, in cui lo spessore rimane costante per tutto il raggio. Per le fusaiole di forma sferica si è usata invece la formula:

$$MI = 1/4\ mr^2$$

Per le restanti forme, quali biconica, conica ed ellissoidale:

$$MI = 1/2\ mr^2 \times 0.75$$

Il calcolo del *momento di inerzia* ha evidenziato nei materiali da Punta d'Alaca un *MI* basso, compreso tra 0,82 e 56,2; solo due esemplari sono risultati averne uno molto più alto di 130,26 e 115,74.

Gli esemplari più piccoli e leggeri sono quelli di forma globulare, mentre quelli più grandi sono discoidali.

Basandoci su questi dati è possibile fare ipotesi sul funzionamento delle fusaiole stesse e sulla filatura e tessitura nell'isola di Vivara.

Poiché tutte le fusaiole hanno, come si è detto, un peso inferiore ai 50 grammi e un *MI* basso (*Tab*. 3), è assai probabile che sull'isola si filassero prevalentemente fibre corte, come ad esempio la lana, e si producessero filati molto sottili.

Il peso molto basso delle fusaiole suggerisce inoltre che il fuso venisse usato sospeso e fatto girare a mano, imprimendo con continuità il movimento rotatorio, facendo così aumentare considerevolmente il tempo di produzione.

[T.Z.]

89) Mistretta 2004, pp. 179-180.

N. INVENTARIO	MORFOLOGIA	DIAMETRO cm	DIAMETRO FORO cm	h cm	PESO g	MI
V96 96S/9	biconica	3.6	0.7		16.78	20.38
V80E 80S/6	conica	3.4	0.5	1.6	6.88	14.91
V96E 96S/7	biconica	3.9	1 ca		7.81	11.13
77S/1 V77E	conica	2.9	0.4		5.72	4.50
81S/3 V81E	discoidale	4	0.7		10.12	20.24
V94E 94S/7	discoidale	5.2	0.6	2.2	38.54	130.26
V96E 96S/3	discoidale	5.5	0.5	1.8	30.61	115.74
V82 E 82S/1	ellissoidale	3.7	0.5	1.5	8.13	20.86
V81E 81S/7	ellissoidale	2	0.3	1.2	3.31	1.24
V96E	globulare				10.01	
V87E 87S/3	discoidale	3.8	0.5	1.7	19.26	34.76
V81E 81S/5	discoidale	3.3	0.5	1.5	11.66	15.87
V80E 80S/9	discoidale				12.11	
V94E 94S/5	globulare	2.4	0.5	2.4	8.44	3.03
V78E 78S/2	biconica	2.9	0.5	2	11.33	
V78E 78S/4	discoidale	3.1	0.5	1.6	12.52	15.03
V94E 94S/1	discoidale	2.8	0.6	1.4	7.85	7.6
V01E 01S/2	biconica	3	0.8	2.5	11.00	9.28
V80E 80S/5	biconica				7.92	
V96E 965/4	biconica	3.5	0.6	2	8.39	19.27
V77E 77S/3	biconica	3	0.5	2	6.97	11.76
V94E 94S/4	biconica	3.7	0.7	2.3	10.98	28.18
V82E V82S/11	discoidale	3	0.5	1.5	12.27	13.80
V80E 80S/2	discoidale	3.5	0.5	2	16.17	24.76
V80E C 80S/1 (6)	discoidale	3.7	0.6	1.5	17.10	29.26
V82E 82S/5	discoidale	3.4	0.6	1.3	13.00	18.78
V80E 80S/7	conica	3.1	0.5	1.4	6.30	11.35
V80E 80S/3	ellissoidale	3	0.6	2	11.19	9.44
V94E 94S/2	conica	2.7	0.5	2.5	5.99	8.18
V81E 81S/6	ellissoidale	3.2	1.7	1.4	6.12	11.75
V80E 805/11	discoidale				5.09	
V94E 942/57	globulare				7.35	
V81E 81S/1	globulare				14.18	
V78E 78S/1	biconica	3.4	0.6	2	14.52	15.73
V77E 77S/2	biconica				11.03	
V81E 81S/4	globulare	2	0.5	2.2	6.42	1.60
V01E 01S/1	globulare				6.84	
V82E 82S/4	ellissoidale	2	0.3	1.5	4.53	1.69
V78E 78S/3	conica	3.2	0.4	1.9	7.14	14.86
V81E 81S/2	discoidale	3	0.5	1	3.56	8.01
V80E 80S/10	conica				6.01	
V81E 81S/8	conica				2.56	
V94E 94S/3	conica				2.87	
V94E 94S/6	globulare	2.2	0.4	1.6	5.57	1.68
V87E 87S/2	discoidale	3.5	0.6	2.5	22.17	33.94
V87E 87S/4	biconica	4.5	0.5	2	26.28	49.89
V82E 82S/3	discoidale	2.6	0.5	1.7	7.49	6.3
V82E 82S/2 *(14)*	biconica	4.5	0.6	2.7	29.63	56.25
V95E 95S/1	conica	3	0.6	1.5	8.26	6.96
V97E 97S/1	biconica	2.5	0.3	1	4.62	2.70
V95E 95S/2	globulare	2.6	0.5	2.2	9.22	3.89
V87E 87S/1	conica	4.2	0.7	2.2	24.34	40.25
V80 BE	discoidale	3.2	0.5	1.3	9.21	11.78

Tab. 3 - MISURE E PESO DELL'INTERO *CORPUS* DELLE FUSAIOLE, CON VALORE *MI* PER GLI ESEMPLARI INTEGRI O RICOSTRUIBILI

7. OPERAZIONI TOPOGRAFICHE A VIVARA: GEOREFERENZIAZIONE, ORTOFOTOGRAFIA E RAPPRESENTAZIONE VIRTUALE

7.1. Dalla cartografia alla elaborazione di scenari virtuali

Insieme alle attività di ricerca e scavo archeologico, sia su terra che in mare, condotte tra gli anni ’70 e gli anni 2000, fondamentali sono state le campagne topografiche il cui obiettivo era il posizionamento cartografico di numerose emergenze archeologiche e storico-architettoniche presenti sull’isola.

Inizialmente, lo scopo era quello di collocare tali emergenze all’interno di cartografie con il più alto livello possibile di dettaglio.

Grazie all’evoluzione dell’informatica, quella che era stata un’integrazione di informazioni sulle tradizionali mappe cartacee, si è presto evoluta attraverso una loro completa reinterpretazione in forma digitale, aprendo così nuovi orizzonti nella visualizzazione del dato geografico in senso diacronico.

La digitalizzazione in formato vettoriale della cartografia topografica cartacea dell’isola (ottenuta tramite stereofotogrammetria aerea, *fig*. 57, a), ha consentito l’esatta sovrapposizione dei rilievi topografici sulla nuova mappa informatizzata[90]. Ciò è stato possibile grazie a una precisa campagna di geo-referenziazione ottenuta attraverso il rilevamento di numerosi punti di riferimento, appartenenti all’Istituto Idrografico della Marina, presenti sia sulla stessa Isola di Vivara che su Procida. Inoltre, tale digitalizzazione ha prodotto una mappa “numerica” digitale dell’isola, ovvero una mappa in cui ogni elemento (curve di livello, strutture architettoniche, aree di scavo archeologico e punti) è dotato di informazioni “quantitative” quali coordinate, quote, dimensioni, ecc. oltre a informazioni “qualitative” quali la natura stessa degli elementi. Ciò ha offerto infinite possibilità per una lettura analitica della cartografia oltre all’ottenimento di ulteriori informazioni attraverso una vasta rosa di elaborazioni possibili.

Una di queste è consistita nella creazione di un modello 3D digitale dell’isola utile per lo studio di possibili modifiche morfologiche, sia antropiche che geologiche, avvenute nel corso del tempo a partire dagli insediamenti dell’età del Bronzo, oggetto delle indagini archeologiche, per finire al variare della linea di costa dovuto al ben noto fenomeno di bradisismo che coinvolge l’intero comprensorio di Procida-Vivara (*fig*. 57, b).

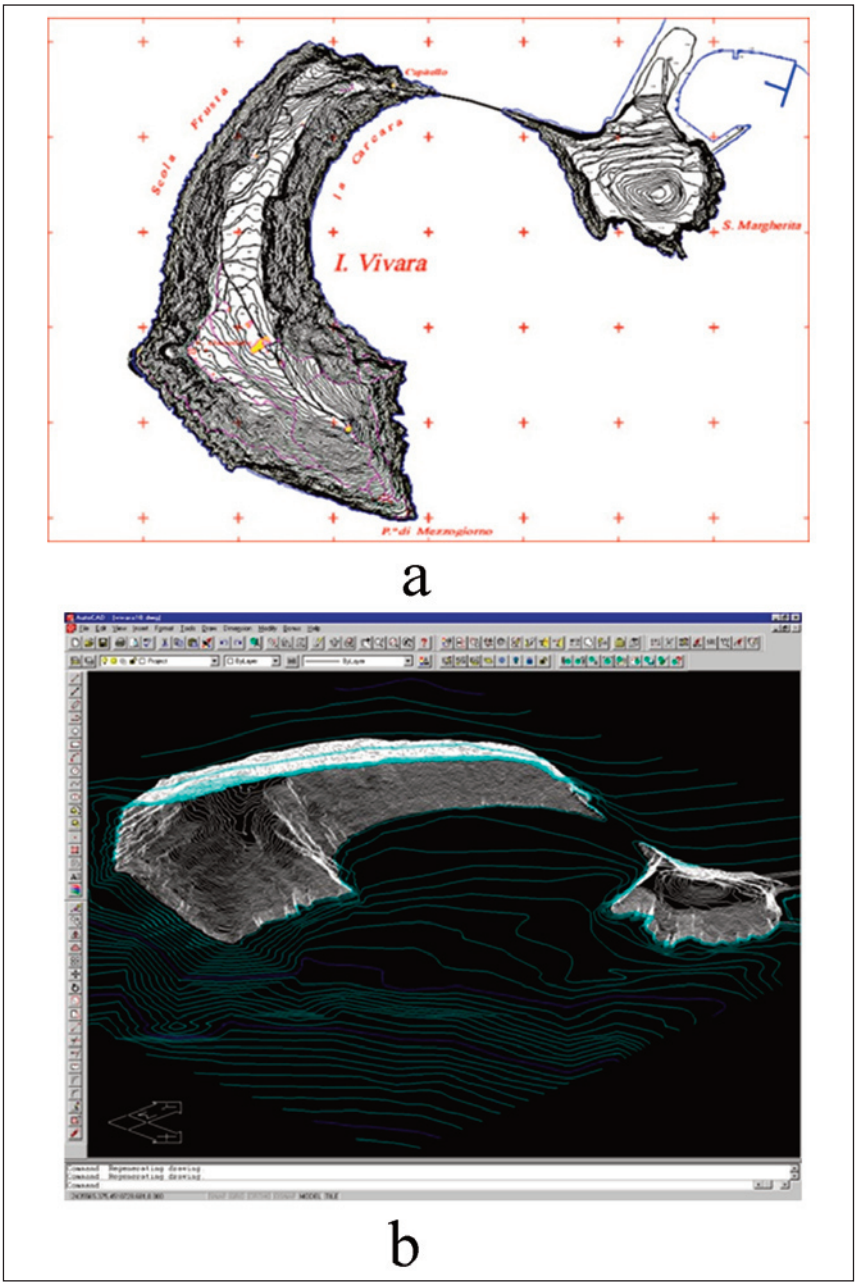
Durante una serie di campagne topografiche (cominciate già sul finire degli anni ‘80), sono state eseguite successive ricostruzioni 3D della morfologia dell’isola, mantenendo sempre lo stesso sistema di riferimento geografico originale al quale collegare tutti i nuovi dati.

Come detto, di particolare interesse è stata la possibilità di studiare le modifiche alla costa dell’isola a causa del citato fenomeno di subsidenza. Al fine di comprendere appieno tali cambiamenti, è stato necessario estendere il rilievo topografico sotto il livello del mare e studiare la batimetria intorno a tutta l’isola e in particolare quella del fondale del Golfo di Genito.

Grazie alla collaborazione offerta dall’Istituto Idrografico della Marina Militare Italiana (IIM) e dal Servizio Tecnico per l’Archeologia Subacquea del Ministero dei Beni Culturali (STAS), è stato possibile acquisire (nel corso degli anni ’90) i dati batimetrici necessari per una rappresentazione accurata della morfologia dei fondali marini intorno a Vivara (un tempo terraferma).

L’acquisizione di tali dati è stata effettuata da imbarcazioni della Marina dotate di ecoscandagli e GPS, che, lavorando all’unisono, hanno permesso la geo-referenziazione di ogni singola misurazione. Queste ultime sono state integrate con misurazioni manuali (con asta porta-

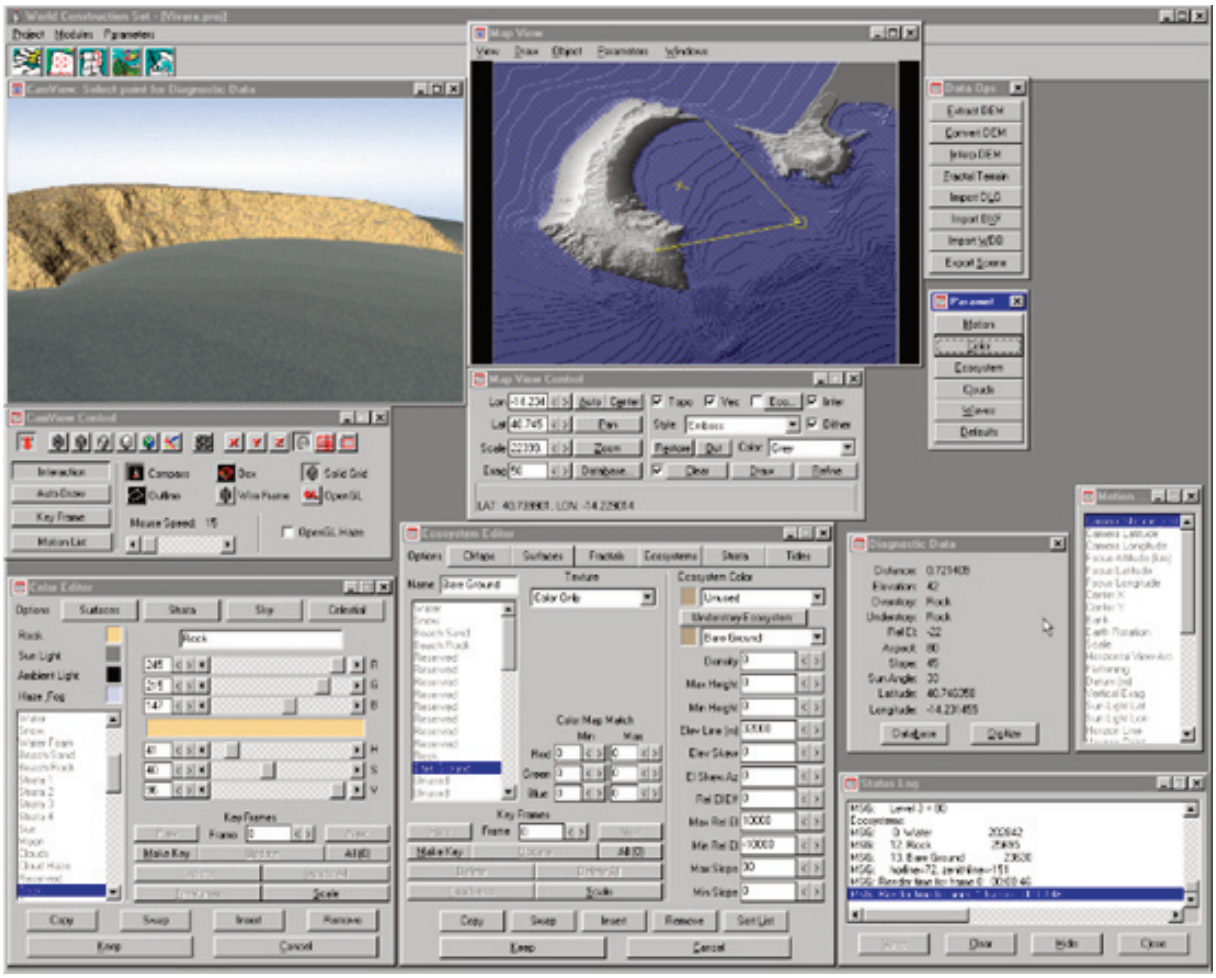
90) Per la nuova cartografia attraverso riprese via drone crf. più avanti, al § 8.



57. a. PLANIMETRIA VETTORIALE DI VIVARA E IL PROMONTORIO DI S. MARGHERITA (PROCIDA); b. COSTRUZIONE MODELLO 3D ATTRAVERSO LE CARTOGRAFIE TOPOGRAFICHE E BATIMETRICHE

prisma di m 5) effettuate sul fondale da personale subacqueo (STAS) operando molto vicino alla costa (non raggiungibile dai mezzi della Marina), misurando la profondità del mare un punto alla volta e geo-referenziando ciascun punto rilevato attraverso misurazioni con stazione totale posta su uno dei punti di riferimento a terra[91]. Il passo successivo è consistito nella trasformazione dei dati altimetrici e batimetrici ottenuti dalle varie cartografie e dai punti misurati in un DTM (*Digital Terrain Model*) integrato, da utilizzare all'interno di un *software* in grado di creare paesaggi virtuali (*Visual Nature Studio*, *fig*. 58).

91) Su tutta l'attività subacquea condotta dagli anni '90 fino a oggi si veda Mocchegiani Carpano 2001 e Mocchegiani Carpano *et al.* 2020.



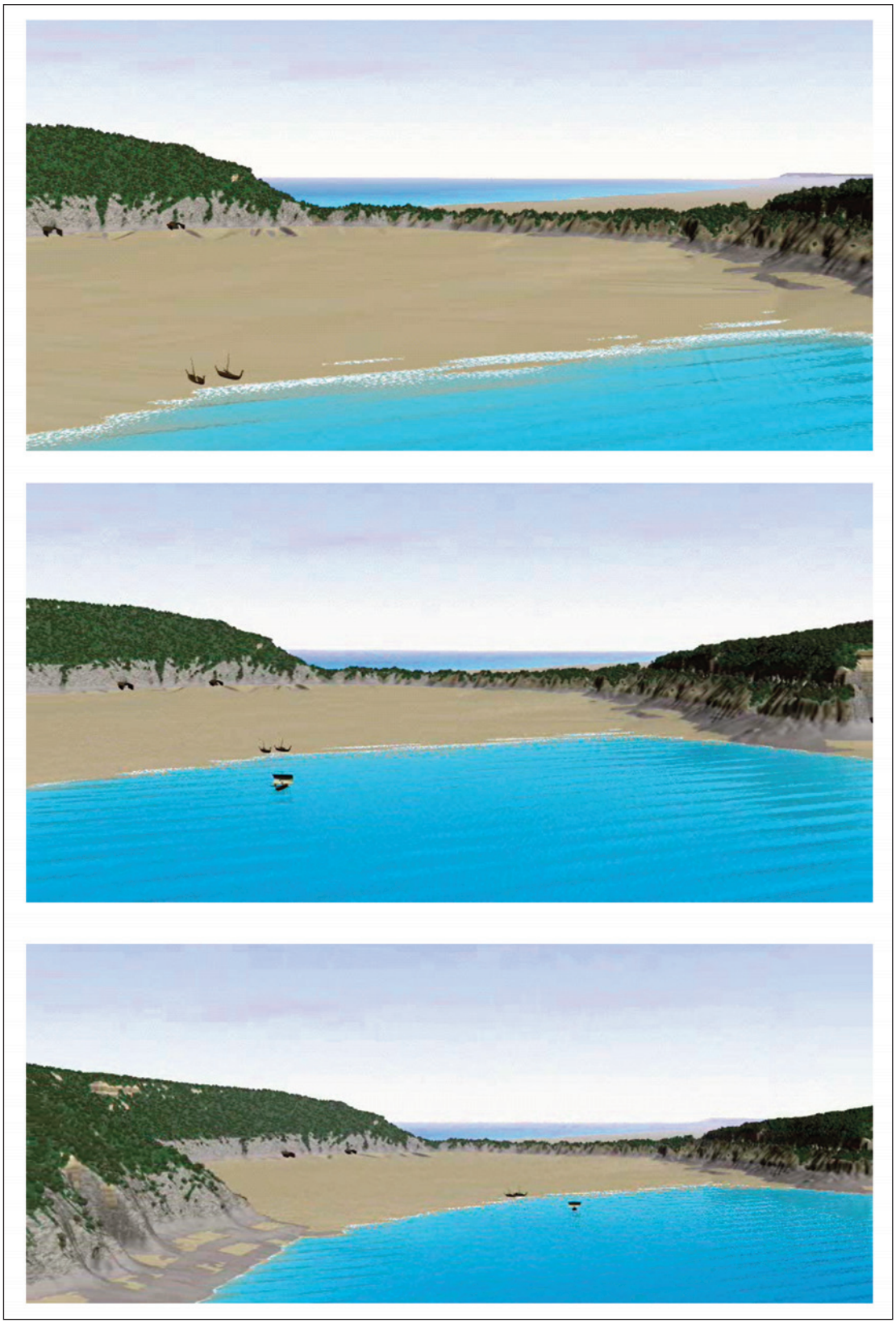
58. PROCEDURA PER LA CREAZIONE DI UN PAESAGGIO VIRTUALE

Attraverso l'uso di tale *software*, in grado di riprodurre, tra l'altro, morfologia del terreno, vegetazione, modifiche artificiali del comprensorio, strutture architettoniche, ecc. e capace di creare visualizzazioni fotorealistiche dei risultati, è stato possibile proporre la ricostruzione di un paesaggio antico totalmente diverso rispetto a quanto osserviamo oggi (*figg*. 59-61).

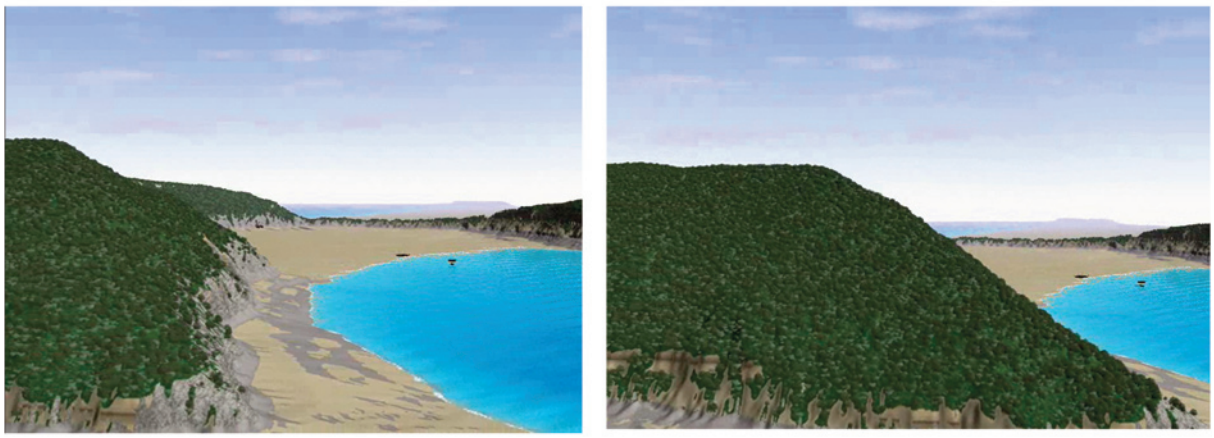
Tali visualizzazioni virtuali possono essere riferite alla riproduzione dell'ambiente nel suo stato attuale o utilizzate per proporre possibili scenari antichi, basati comunque su una lettura accurata dei dati e delle evidenze diacroniche di carattere archeologico, geologico e botanico. È possibile, quindi, rappresentare il territorio in esame con estremo rigore scientifico attraverso la "parametrizzazione dei fenomeni".

La qualità della visualizzazione può variare: di solito, è inferiore se si desidera osservare l'oggetto (il territorio in questo caso) attraverso la navigazione in tempo reale; superiore in caso di produzione di immagini fisse o video non interattivi.

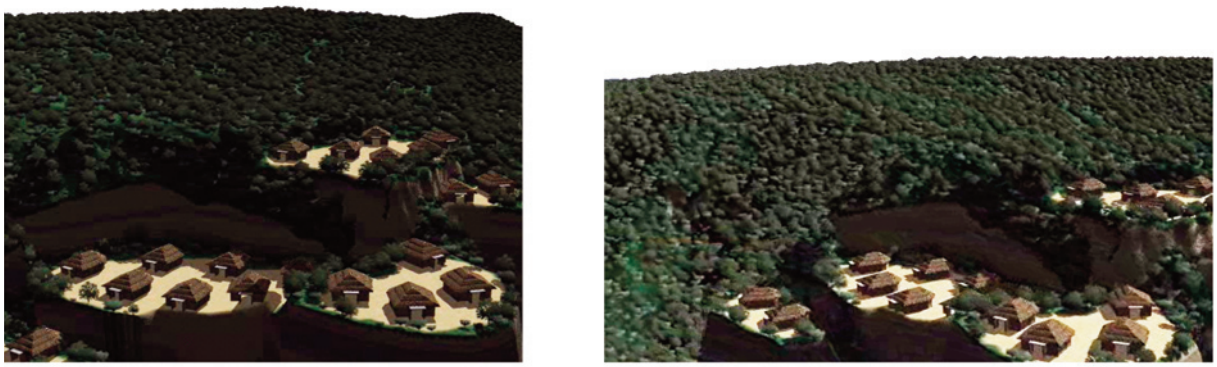
Le attività condotte sull'Isola di Vivara hanno avuto come obiettivo principale quello di produrre, oltre a un'accurata documentazione del sito archeologico da gestire in un ambiente virtuale, anche dati necessari finalizzati a un progetto per la musealizzazione dell'intera isola. I paesaggi virtuali generati saranno quindi esposti all'interno del nuovo Museo Civico di Procida, in sale dotate di installazioni multimediali capaci di offrire un sistema di visualizzazione immersiva virtuale.



59. TRE FOTOGRAMMI DEL FILMATO RELATIVO ALLA RAPPRESENTAZIONE VIRTUALE DI VIVARA NEL XVI SEC. A.C.: VISIONE DELLA ORIGINARIA DISTESA SABBIOSA DEL GOLFO DI GENITO (OGGI A -14 METRI SOTTO LA SUPERIFICIE DEL MARE) PER L'ALAGGIO DEI NAVIGLI



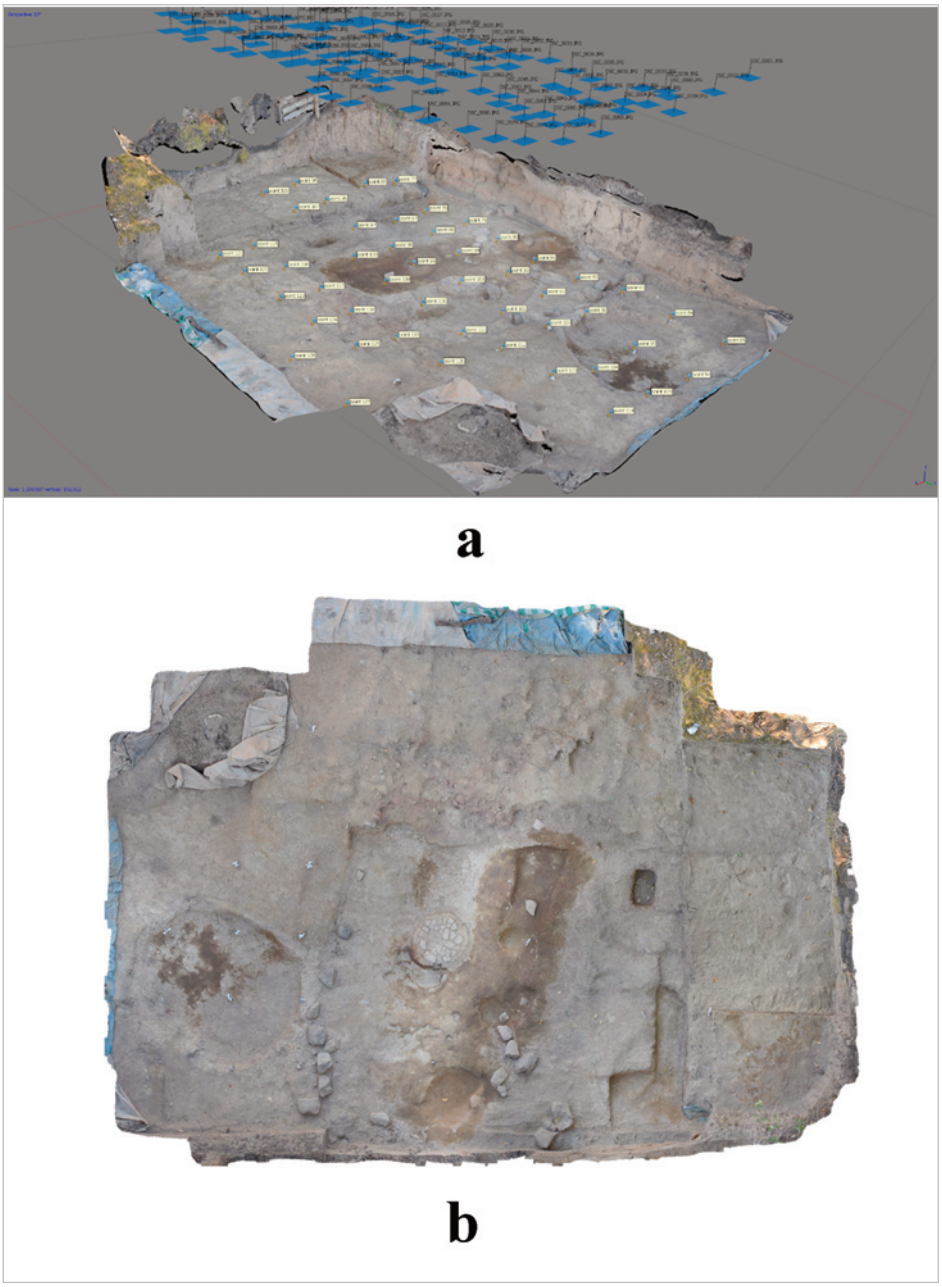
60. DUE FOTOGRAMMI DAL FILMATO RELATIVO ALLA RAPPRESENTAZIONE VIRTUALE DI VIVARA NEL XVI SEC. A.C.: L'ORIGINARIA SPIAGGIA DEL GOLFO DI GENITO (OGGI A -14 METRI SOTTO LA SUPERIFICIE DEL MARE) VISTA DALLA PUNTA MEZZOGIORNO



61. DUE FOTOGRAMMI DAL FILMATO RELATIVO ALLA RAPPRESENTAZIONE VIRTUALE DI VIVARA NEL XVI SEC. A.C.: RAPPRESENTAZIONE DEL VILLAGGIO CAPANNICOLO SUI TERRAZZAMENTI SOPRASTANTI LA PUNTA D'ALACA

7.2. Nuove forme di diario di scavo digitale

A partire dal 2014, sono state riprese le operazioni di scavo presso la Punta d'Alaca sull'Isola di Vivara. Grazie allo sviluppo di nuovi strumenti software per la lettura e la restituzione in 3D attraverso la metodologia fotogrammetrica, si è reso disponibile un nuovo approccio per la documentazione grafica delle varie fasi dello scavo archeologico (su altre procedure 3D basate su *computer vision* cfr. più avanti, al § 8). A cominciare dalla campagna del 2015 ogni fase di scavo è stata pertanto documentata fotogrammetricamente con cadenza giornaliera. Ogni *set* di riprese stereofotogrammetriche ha fornito ortofotomosaicature dell'intera superficie sottoposta a indagine, oltre alla possibilità di sviluppare un modello 3D estremamente dettagliato (*fig*. 62).



62. COMPLESSO DELLA CAPANNA 2, FOSSA α E FOSSA β DELLA PUNTA D'ALACA: a. MODELLO 3D CON RAPPRESENTATE LE POSIZIONI DELLE PRESE FOTOGRAFICHE E I PUNTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO; b. ORTOFOTOMOSAICATURA OTTENUTA DA MODELLO 3D CREATO CON FOTOGRAMMETRIA DIGITALE

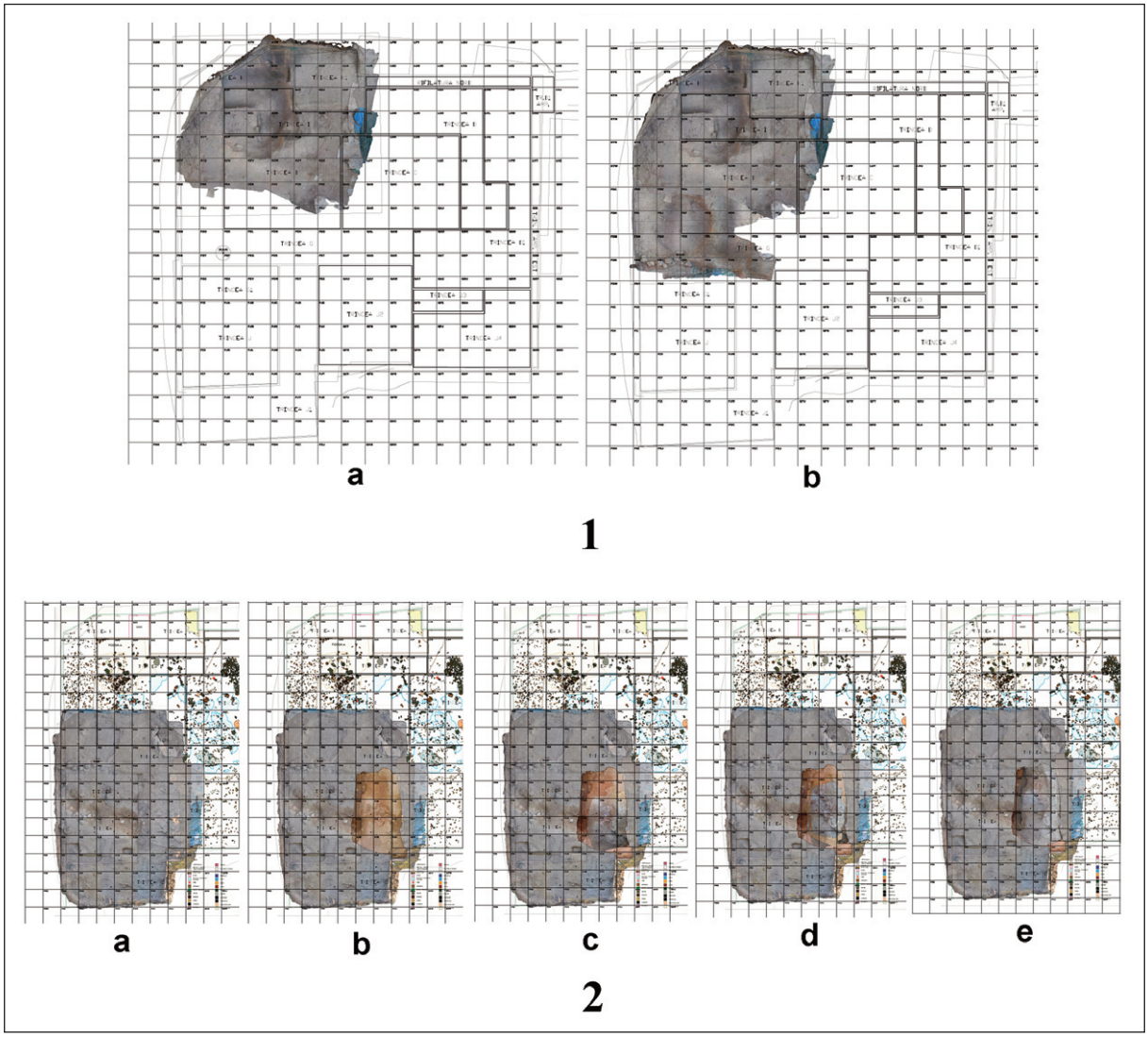
La velocità di acquisizione del dato (attraverso fotografie ottenute zenitalmente, con un'asta estendibile fino a 5 metri di altezza) ha permesso operazioni di scavo molto più veloci e praticamente senza interruzioni (si pensi ai tempi necessari, senza tale strumentazione, per lo "sfogliamento" di un crollo secondo tagli di 5/10 centimetri da documentare in sequenza attraverso la semplice e diretta rilevazione grafica tradizionale).

Grazie alla rete di *marker* georeferenziati (via stazione totale) posti sulla superficie sottoposta a scavo stratigrafico, i rilevamenti fotografici ottenuti (eseguiti anche nel corso di campagne di scavo distanziate nel tempo) hanno mantenuto una perfetta sovrapponibilità tra loro.

Alla *fig*. 63.1 è illustrato un esempio di aggiornamento dell'impianto planimetrico attraverso il posizionamento, all'interno del reticolo di scavo georeferenziato, di due unità di scavo (Fossa α e Fossa β); alla *fig*. 63.2 è presentato un esempio di "diario di scavo elettronico" gestibile in formato *pdf* e caratterizzato da "*layers*" attivabili secondo le diverse fasi delle operazioni di scavo.

I risultati completi potranno in prospettiva essere interamente implementati in un GIS interattivo, ottenendo così un'organizzazione e soprattutto una capacità di lettura e, ancor più, di elaborazione del dato impensabili fino a pochi anni addietro.

[S.T.]



63. AREA DI SCAVO DELLA PUNTA D'ALACA. 1) PLANIMETRIA DIGITALE: a. ORTOFOTOGRAMMETRIA DELL'AREA DELLA FOSSA α CALATA NEL RETICOLO GEOREFERENZIATO DELL'AREA DI SCAVO (E) ALLA PUNTA D'ALACA; b. SUCCESSIVA INTEGRAZIONE ATTRAVERSO IL RACCORDO CON LA FOTOGRAMMETRIA DELLA FOSSA β; 2) ESEMPIO DI DIARIO DI SCAVO DIGITALE, RELATIVO ALLO SCAVO DEL CROLLO SOVRAPPOSTO AL BATTUTO DEL SETTORE ORIENTALE DELLA CAPANNA 2: DALLA FASE a ALLA FASE e, DURANTE L'ARCO DI TEMPO FRA IL 17/09 (a) FINO AL 22/09 (b) DELLE OPERAZIONI DI SCAVO CONDOTTE NEL 2017

8. L'INTEROPERABILITÀ DEI DATI NELLA RICERCA ARCHEOLOGICA: NUOVE STRATEGIE DIGITALI

8.1. Considerazioni preliminari

Fare archeologia significa oggi non soltanto far seguire un approccio formale alla ricerca prettamente storico-umanistica ai manufatti del passato ma includere i dati in più estesi processi di analisi che non possono prescindere dal ricorso a conoscenze e metodi afferenti ai più svariati ambiti di ricerca.

Se il fine primario resta sempre quello di ricostruire lo sviluppo sociale, i modi di vita e le articolazioni economico-politiche di una comunità umana del passato attraverso le sue tracce materiali giunte fino a noi, la forma tradizionale di approccio a tali tracce ha subito in quest'ultimo decennio, con il rapidissimo sviluppo delle scienze cd. "dure" e soprattutto con le trasformazioni indotte dalle più recenti tecnologie digitali, una radicale trasformazione. Se pur l'impiego delle nuove tecnologie nei processi di analisi del manufatto archeologico è oramai pratica consolidata, riteniamo che, proprio a causa del continuo sviluppo degli strumenti e delle procedure, occorra ricercare e verificare processi metodologici per un uso critico e integrato del digitale, al fine di cogliere a pieno le reali opportunità che esso offre nell'ampio spettro della vita delle informazioni che va dalla produzione della ricerca fino alle sue complesse fasi di sedimentazione della conoscenza. I nuovi linguaggi del sapere, espressi mediante artefatti digitali, impongono forme di elaborazione dei dati di conoscenza, di interrogazione e comunicazione del *record* archeologico sempre più articolate, sempre meno sequenziali e, soprattutto, sempre più transdisciplinari.

L'archeologia in quanto tale, pur rimanendo disciplina distinta (ma sempre sostenuta tecnologicamente) sul piano della ricerca di base, si integra, fondendosi, in una visione sistemica del racconto del passato, offrendo nuovi spunti per la rappresentazione e fruizione dei suoi monumenti.

Le attività di rilievo e di documentazione del sito di Vivara hanno avuto inizio, per il periodo preso in esame, dall'abitato di Punta d'Alaca, situato, lungo il pendio occidentale, su una terrazza naturale a ca. 80 metri s.l.m. Qui, incassate negli strati di tufo vulcanico, secondo un sistema di terrazzamenti che dal pianoro sommitale (a più di 100 metri di altezza) scendeva giù fino al mare, erano collocate, in un'epoca che va indietro di ca. 1600 anni prima di Cristo, grandi strutture capannicole di forma rettangolare, collegate fra loro per mezzo di viottoli, scalini intagliati nel tufo e spiazzi naturali, dove si dovevano svolgere le attività quotidiane della comunità vivarese. In quell'epoca, l'intero comprensorio di Procida-Vivara si presentava emerso per più di 14 metri rispetto ad oggi e le due isole erano unite. L'odierno Golfo di Genito (l'antico cratere di cui Vivara e il promontorio di Santa Margherita rappresentano i resti) era, infatti, un grande arenile, affacciantesi su uno specchio di mare ben riparato dai venti su tre lati, sul quale si trovavano magazzini per lo stoccaggio delle merci e strutture di accoglienza per le imbarcazioni provenienti da mari lontani e necessitanti, una volta tirate in secco, di opere di manutenzione.

Le ricerche subacquee hanno rinvenuto tracce di questo sistema di porto-approdo e hanno inoltre messo in luce, a una profondità fra ca. -1 e -10 metri, un tratto di scala intagliata nel tufo, facente certamente parte dell'antico sistema di collegamento fra l'abitato, posto alla sommità di Vivara, e l'area portuale[92].

L'abitato fu abbandonato attorno alla prima metà del XV sec. a.C. a seguito, come riportano gli archeologi, di un incendio innescatosi probabilmente a causa di un evento tellurico.

92) Per un quadro generale e aggiornato si rinvia a Mocchegiani Carpano *et al.* 2020.

Quasi certamente in un tempo di poco successivo, uno slittamento degli strati di tufo pozzolanico nel quale le abitazioni si trovavano a essere incassate lungo il versante occidentale dell'isola, imbibiti dalle piogge le cui acque non erano più imbrigliate a causa dello stato di abbandono in cui il sito doveva essere rimasto dopo la fuga dei suoi abitanti, sembra aver travolto i resti disabitati del villaggio. Questo fenomeno di "*mud flow*" ha ricoperto con un manto di fango, ricco di detriti, quanto il terremoto e gli incendi avevano risparmiato, decretando la fine della vita del villaggio.

Tali brevi note introduttive evidenziano le peculiarità del contesto archeologico, da un lato eccezionalmente complesso, dall'altro di grande interesse data le specificità degli eventi e dei luoghi.

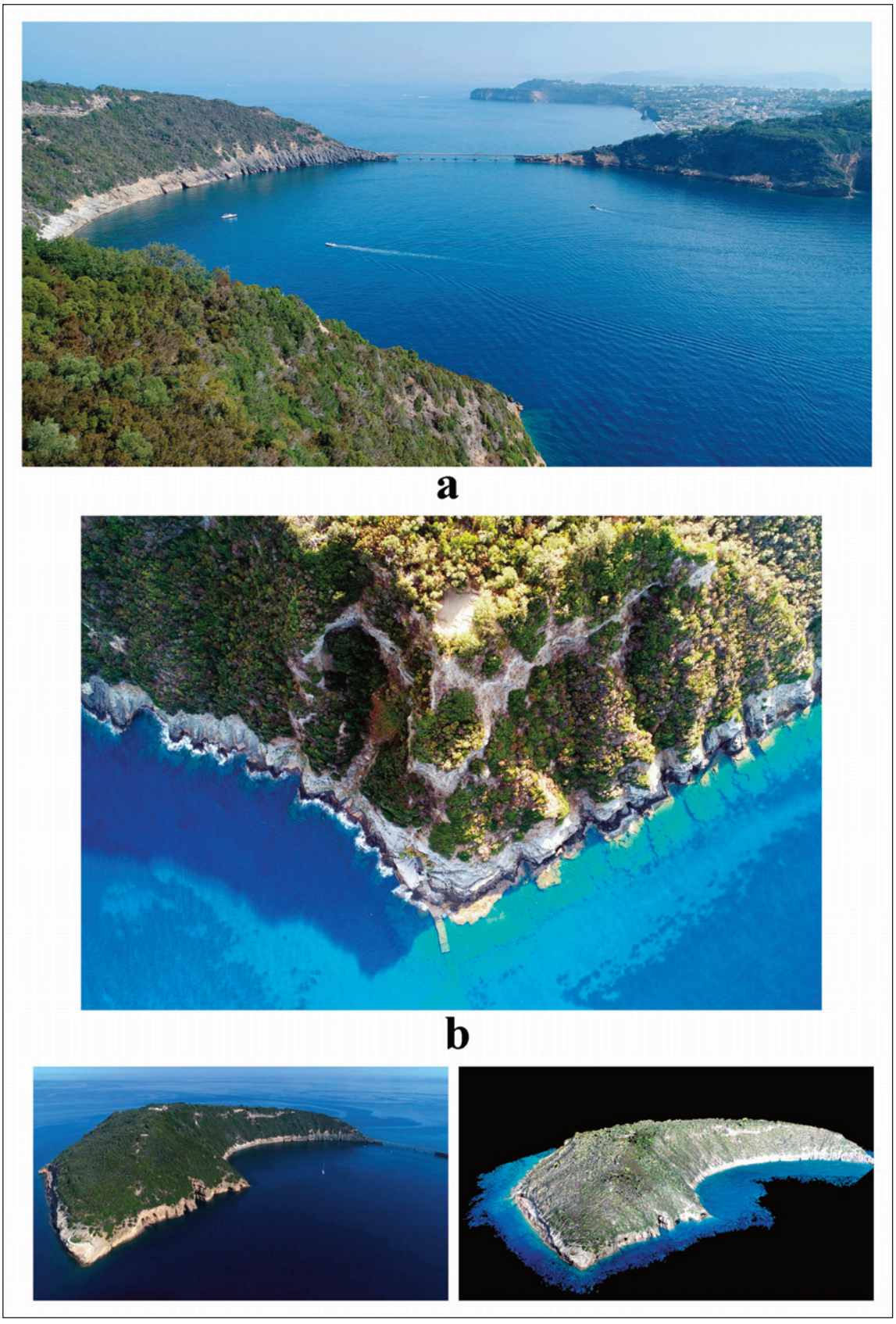
L'isola di Procida è costituita da diversi relitti craterici; in particolare, tre edifici vulcanici rappresentano i prodotti delle più vecchie manifestazioni vulcaniche dell'isola: gli anelli di tufo di Vivara (*Tav*. VII, a) e Pozzo Vecchio e il cono di tufo di Terra Murata. L'intensa attività vulcanica dell'isola[93] ha caratterizzato fortemente la genesi e l'orografia dei luoghi; questa, insieme all'attività erosiva del mare e degli agenti atmosferici, ha imposto alla ricerca una forte contestualizzazione dei dati, in riferimento alle variazione dei rapporti spaziali e agli scenari d'uso dei contesti.

La vulnerabilità dei luoghi per la presenza di materiali piroclastici e di tufi (materiali friabili) ha causato nel tempo una continua variazione delle linee di costa (tutt'ora oggetto di continua erosione e crolli), alterando il rapporto tra terra e mare e con esso le condizioni d'uso delle risorse da parte delle popolazioni più antiche. L'orografia dell'isola di Vivara, caratterizzata da una marcata forma craterica, presenta delle ridotte aree pianeggianti sulla sommità, dai cui margini partono ripidi declivi verso il mare coperti da una impenetrabile vegetazione arbustiva che rende difficile l'indagine degli strati superficiali. Parallelamente, l'intensa attività di terrazzamento connessa con lo sfruttamento agricolo dei versanti insulari digradanti verso il mare, ha generato un notevole "movimento delle terre", che ha ricoperto con sedimenti, in alcuni punti fino a 3 metri, gli strati archeologici più antichi (come rilevato a Punta d'Alaca). Tutti questi elementi, uniti alla presenza dello strato di fango che ha obliterato l'abitato sovrapponendosi agli effimeri piani in battuto delle capanne, rende non efficaci le tecniche di indagini geofisiche solitamente usate per la preliminare localizzazione di strutture architettoniche.

A tali complessità legate all'indagine dei luoghi si sommano, però, aspetti di peculiarità dell'area che la rendono ideale per lo sviluppo e il *testing* di procedure integrate di indagine sia estensive che di dettaglio. Si fa in particolare riferimento ai fenomeni di subsidenza dell'isola che hanno fatto sì che ampie porzioni di costa scivolassero progressivamente sott'acqua, nascondendo così le tracce archeologiche legate alle diverse fasi di antropizzazione dei luoghi più bassi, potenzialmente databili dal XVII sec. a.C. fino a epoche più recenti. Sono state infatti individuate dagli archeologi e mappate intorno all'isola di Vivara scale intagliate nel tufo, la più evidente delle quali in prossimità di Punta Mezzogiorno, arriva a una profondità di circa 13 metri, fori in prossimità della costa interna al cratere per il probabile alloggiamento di strutture lignee, ma anche vasche per la lavorazione del pesce di epoca romana a circa 4,5 metri s.l.m.[94].

93) La prima delle quali tra 77/55mila anni fa, che generò l'anello di tufo di Fiumicello, e l'ultima tra 19/17mila anni fa che produsse il vulcano di Solchiaro, insieme alle sequenze di correnti piroclastiche provenienti dalle attività di Ischia e dei Campi Flegrei, insieme all'eruzione dell'Ignimbrite Campana di 39mila anni fa, che cambiò completamente la topografia dell'intera area; cfr. http://www.distar.unina.it/it/ (ultimo accesso, 15 dicembre 2020).

94) A quanto già indicato alla nt.13 si aggiunga Mocchegiani Carpano 2001.



Tav. VII - a. VISTA DEL CRATERE DI VIVARA DA SUD-OVEST; b. LA PUNTA D'ALACA (da modello 3D, rilevazione da drone); c. VISIONE DELL'ISOLA DA SUD: A DESTRA IL MODELLO NUMERICO IN PUNTI

8.2. Procedimenti e tecnologie

Partendo quindi dalle specificità dei luoghi, sono stati sviluppati e verificati sistemi integrati per la digitalizzazione tridimensionale dei contesti, finalizzati alla produzione di modelli scalabili - per livelli di risoluzione - e interoperabili. Nello specifico, le procedure di rilievo e documentazione hanno previsto una continua interazione tra differenti sistemi di rilievo topografico, *laser*, a luce strutturata e *image-based*[95] sia su terra che da drone, al fine di rilevare l'orografia dei luoghi e ogni tipo di evidenza archeologica.

Il rilievo è stato effettuato secondo due scale di rappresentazione, una territoriale, riferita all'intera superficie dell'isola di Vivara, del promontorio di Santa Margherita e di parte dei fondali tra essi compresi; l'altra di tipo locale, focalizzata sull'area di scavo, in modo da identificare e restituire chiaramente la successione cronologica degli eventi che hanno prodotto l'obliterazione del villaggio protostorico.

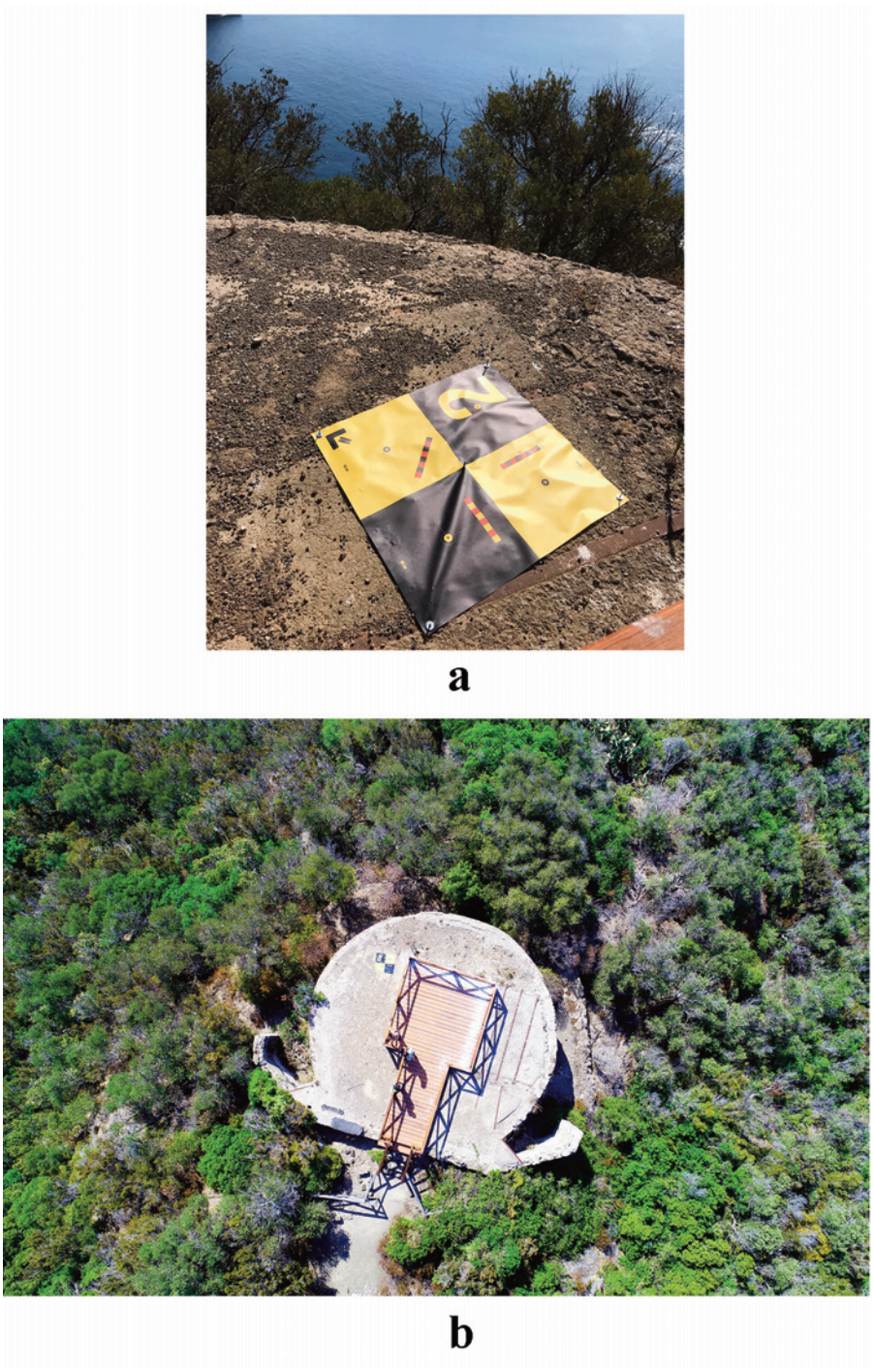
I modelli numerici sono stati generati e gestiti in modo da garantire una progressione dei livelli di visualizzazione e di rappresentazione dinamica dei luoghi. Questi ultimi sono stati definiti - secondo schemi di relazione topologici - come insiemi di elementi strutturati, riferibili agli eventi e quindi alle forze che ne hanno determinato la localizzazione all'interno degli strati. Tali schemi sono stati poi relazionati graficamente ai battuti delle capanne e alle tracce d'uso registrate su di essi. In tal modo l'intero sistema di rappresentazione tridimensionale risulta composto di elementi significanti minimi, per cui ogni oggetto o elemento risulta interpretabile in ragione di ogni singolo rapporto stratigrafico e per l'interpolazione dei *layers* degli eventi, siano essi reali o possibili. In pratica, la restituzione consente di affinare decisamente il livello di lettura delle stratigrafie, migliorando la comprensione del sito e rendendo più precisa l'attribuzione dei materiali a singoli strati e fasi.

8.3. Rilievo delle superfici emerse

Le attività di digitalizzazione tridimensionale su terra sono state condotte attraverso l'integrazione di differenti tecnologie di scansione ed acquisizione dati utilizzando sistemi *laser*, fotogrammetrici ed aerofotogrammetrici. In particolare, la costruzione del modello tridimensionale dell'isola di Vivara e del Golfo di Genito (cratere di Vivara) è stato eseguito con l'ausilio di un mezzo UAV, DJI Phantom 4 Advanced Plus, dotato di sensore CMOS 1'' da 20 megapixel, pre-configurato con istruzioni di volo autonomo. Considerata l'orografia del territorio e nello specifico la variazione altimetrica di circa 100 metri presente tra il pianoro sommitale dell'isola e i costoni rocciosi alla quota del mare, su cui sono presenti tracce archeologiche, è stato necessario pianificare il volo prevedendo griglie di scansione multilivello, le cui traiettorie lineari interne sono state compiute a quota costante. Tale metodologia ha permesso di ottenere un valore comune del GSD (*Ground Sampling Distance*) che, per la finalità del rilievo, è stato fissato a 1.78 cm/px con AGL (*Above Ground Level*) costante a 65 metri. La fotocamera è stata dotata di una lente polarizzata per consentire, in determinate angolazioni, la riduzione degli effetti di riflettanza, dovuti alle incidenze della luce sulla superficie del mare, e una più nitida lettura della continuità della costa nella sua parte sommersa (*Tav*. VII, b). La restituzione metrica del modello tridimensionale e la sua georeferenziazione, è avvenuta mediante l'uso di GCP (*Ground Control Points*). Tali punti di controllo sono stati definiti distribuendo sul territorio vivarese 8 *target* (*fig*. 64, a), di dimensione cm 90 di lato, realizzati in PVC e disegnati con valore e contrasto cromatico tale da permettere, dalle aerofotografie,

95) Si veda in proposito quanto già sopra evidenziato al § 7.2.

una loro facile identificazione sul suolo e tra la vegetazione presente (*fig.* 64, b). La referenziazione dei *target* è stata ottenuta mediante l'utilizzo di stazione totale con la quale si è tracciata una poligonale estesa fino alla battuta di due punti IGM95, siti in località Porto di Marina Chiaiolella (*Tav*. VII, c).



64. a. *TARGET* AD ALTA VISIBILITÀ PER RIPRESE DA DRONE; b. VISTA DEL *TARGET* DA DRONE (COLLOCAZIONE SULLA CD. "CASA CIRCOLARE" COLLOCATA ALLA PUNTA SUD DEL PIANORO SOMMITALE DELL'ISOLA)

Particolare attenzione è stata data alla rilevazione tridimensionale da terra effettuata attraverso due tipi di *scanner laser* sia "a tempo di volo" (Riegl LMS-Z420i) che "a differenza di fase" (Faro Focus S 350), utilizzati rispettivamente per le riprese topografiche e per quelle relative all'insediamento capannicolo. La stessa area di scavo è stata contemporaneamente ripresa con una macchina fotografica digitale professionale Nikon D810, dopo aver disposto all'interno delle scene acquisite una rete di diverse tipologie di *markers* ad alto contrasto, anch'essi rilevati con stazione totale. Le immagini sono state quindi processate mediante *software image-based* al fine di generare modelli digitali georeferenziati ad altissima definizione, sia per numero di poligoni che per risoluzione delle *texture*. Inoltre, per far fronte alle specifiche esigenze di scavo dello strato di fango eccezionalmente ricco di materiale archeologico, è stata adottata una tecnica di rilievo "continua" che ha permesso di restituire una precisa sequenza di modelli 3D ad alta risoluzione rappresentativa dell'esatto stato del terreno subito dopo ogni singolo episodio di prelievo dei reperti. Si è infatti pensato di disporre la videocamera Nikon D810 su un binario dotato di carrello scorrevole "*dolly*", alla quota del pavimento della capanna, frontalmente rispetto al crollo. In particolare si è disposto il binario secondo percorsi relazionati in modo da garantire i necessari parametri per il processamento delle immagini attraverso *software* fotogrammetrici e registrare sequenze video ad alta risoluzione di tutte le geometrie del *mud flow* e dei reperti in esso contenuti (*fig*. 65).

65. VIVARA - PUNTA D'ALACA. ATTIVITÀ DI RILIEVO FOTOGRAMMETRICO DI DETTAGLIO (RIPRESA DEL CROLLO SUL BATTUTO PAVIMENTALE DELLA CAPANNA 2)

L'uso integrato di più strumenti e procedure all'interno di un unico sistema di riferimento ha permesso di ottenere modelli "complessi", costituiti da oggetti digitali risultanti dalle diverse procedure di rilievo. In particolare sono stati gestiti all'interno di un unico spazio virtuale georeferenziato dati topografici estesi, modelli di dettaglio (sia relativi al sito e quindi alle capanne e agli strati archeologici, sia riferiti a reperti ancora *in situ*), ortofoto progressive delle fasi di scavo, utilizzabili all'interno di piattaforme GIS tridimensionali.

Inoltre, l'esportazione e l'integrazione in automatico di modelli referenziati a differente risoluzione permetteranno di gestire rilievi di precisione riferiti all'intera topografia dell'isola di Vivara e di fornire informazioni "visive" multiple ad altissima risoluzione, dal colore dei

terreni fino all'esatta rappresentazione dei singoli reperti rinvenuti nelle diverse fasi e sezioni di scavo.

8.4. Il rilievo delle superfici sommerse

Le attività di rilievo subacqueo, effettuato mediante procedura di scansione tridimensionale con il sistema ISU3D (*Integrated System for Underwater 3D Digitization*), sono state finalizzate alla produzione del modello numerico reale dell'antica scala sommersa di epoca preistorica sita nel Golfo di Genito, in prossimità di un piccolo scoglio emerso poco più a nord di Punta Mezzogiorno. Lo scenario orografico, in cui sono state eseguite le procedure di rilievo, è caratterizzato da pareti sommerse la cui morfologia ha un'accentuata articolazione a causa della forte azione del moto ondoso che agisce su un materiale piroclastico particolarmente fragile. La scaletta va a degradare fino a posarsi su un basamento roccioso irregolare che intercetta il fondo sabbioso su cui sono presenti vaste aree di vegetazione. Il fondale risulta essere caratterizzato da un assetto morfologico e batimetrico comunque abbastanza articolato per la presenza di sporadici affioramenti rocciosi, di praterie di Posidonia Oceanica e di *matte* morte.

Questa complessità dei luoghi ha richiesto l'attenta pianificazione di un programma di ricerca dettagliato che ha affrontato tutte le fasi della documentazione del rilievo subacqueo, dalle procedure per contrassegnare le posizioni di controllo e definire la sequenza delle procedure di raccolta dei dati fotografici, alle successive attività di elaborazione che hanno coinvolto varie serie di immagini a distanza variabile dagli oggetti o dal fondo del mare.

Lo sviluppo di un nuovo sistema di documentazione 3D, basato su *hardware* semplice ed economico combinato con un *software* prontamente disponibile, ha consentito una rapida registrazione digitale del manufatto a un livello di definizione elevato e valido per le diverse scale di rappresentazione. Questo processo offre nuove opportunità per la registrazione ad alta risoluzione e per l'interpretazione di siti sottomarini complessi all'interno del loro contesto, risultando un valido supporto non solo per la ricerca archeologica ma anche per iniziative connesse alla gestione del patrimonio, per le fasi di musealizzazione, di divulgazione interattiva e di formazione.

Il sistema utilizza un'esclusiva configurazione *hardware* foto-video supportata da un'esatta procedura di raccolta, elaborazione e gestione dei dati per la produzione di modelli numerici reali di scenari e contesti più o meno estesi di carattere geologico e archeologico in ambiente sottomarino. Esso si basa sull'estrazione di nuvole di punti da diversi *set* di immagini stereoscopiche, un compito che richiede l'adozione di un attento flusso di lavoro in grado di mitigare una serie di problemi correlati alla gestione dei dati. Le sfide sorgono da una serie di fattori che determinano una qualità dell'immagine imperfetta, tra cui l'illuminazione non uniforme, la presenza di particelle sospese che possono generare rumore gaussiano e, più in generale, l'inadeguatezza dei dettagli della geometria della superficie oggetto di studio[96]. Un obiettivo metodologico primario del progetto di rilievo è stato quindi di sviluppare e testare una sequenza di procedure manuali, semiautomatiche e automatiche che insieme hanno permesso di produrre nuvole di punti di alta qualità per dettaglio, precisione e completezza delle geometrie sufficienti.

Il sistema di rilevamento ISU3D, ampiamente argomentato[97] e qui sinteticamente illustrato, comprende una serie sequenziale di procedure discrete all'interno di tre ampie fasi, qui indicate con lettere: raccolta dei dati (A), pre-elaborazione dei dati (B) ed elaborazione dei dati (C), ciascuna delle quali comporta diversi passaggi riportati in sequenza numerica.

96) Prabhakar, Kumar 2012.
97) Repola *et al.* 2018.

8.4.1 Raccolta dei Dati (A)

La fase di raccolta dei dati è caratterizzata dall'utilizzo del sistema *hardware* ScubaLibre appositamente progettato[98]. ScubaLibre è un sistema di telecamere stereoscopiche composto da una staffa in acciaio su cui sono installate due telecamere Sony HDR AS200vr, posizionate nelle rispettive custodie subacquee, in modo da avere gli assi ottici perfettamente paralleli con una *baseline* di 45 centimetri (*fig.* 66, a).

Fasi applicative:

A.1. Posizionamento delle *scale bar* sul fondale.

Per ottenere un'accurata ricostruzione tridimensionale, metricamente corretta, è necessario adottare una serie di *scale bar* multifunzionali idonee a essere disposte sul fondale marino nelle aree limitrofe all'area d'indagine. I vantaggi di tale applicazione sono riscontrabili nell'alto livello di precisione durante la misurazione dei dati raccolti, nella verifica dell'orientamento geografico del rilievo, nella maggiore velocità di processamento dei dati, nel controllo sulla qualità colorimetrica delle immagini subacquee e nella verifica delle misurazioni.

A.2. Acquisizione della sincronizzazione video.

La stereo sincronizzazione delle camere è una procedura necessariamente eseguita in ambiente asciutto ed è determinata dalla necessità di predisporre i flussi video, registrati successivamente, a una precisa sincronizzazione in fase di pre-elaborazione (B) dei dati.

Il processo eseguito si articola nella registrazione simultanea, da parte di entrambe le camere, di una stessa fonte audio/visiva trasmessa sul *display* di un *tablet* (nel nostro caso Apple iPad) posto perpendicolarmente all'asse degli obiettivi a una distanza di 30 centimetri.

La fonte audio/visiva è un video, della durata di 3 secondi, caratterizzato dall'emissione di un particolare tono sonoro e dalla esposizione di una sequenza dinamica alfanumerica tale da mostrare in ogni fotogramma un codice univoco. Per ottenere una parità di lettura e di registrazione della medesima informazione (il codice univoco) le camere e il filmato hanno la medesima impostazione di *Frame Rate* con un valore pari a 30 fps. Tale specifica consente, in fase di pre-elaborazione (B), di ottenere una esatta correlazione dei due flussi video contando anche sulla ridondanza di un ulteriore controllo dovuto all'allineamento dei picchi acustici.

A.3. Acquisizione della calibrazione video.

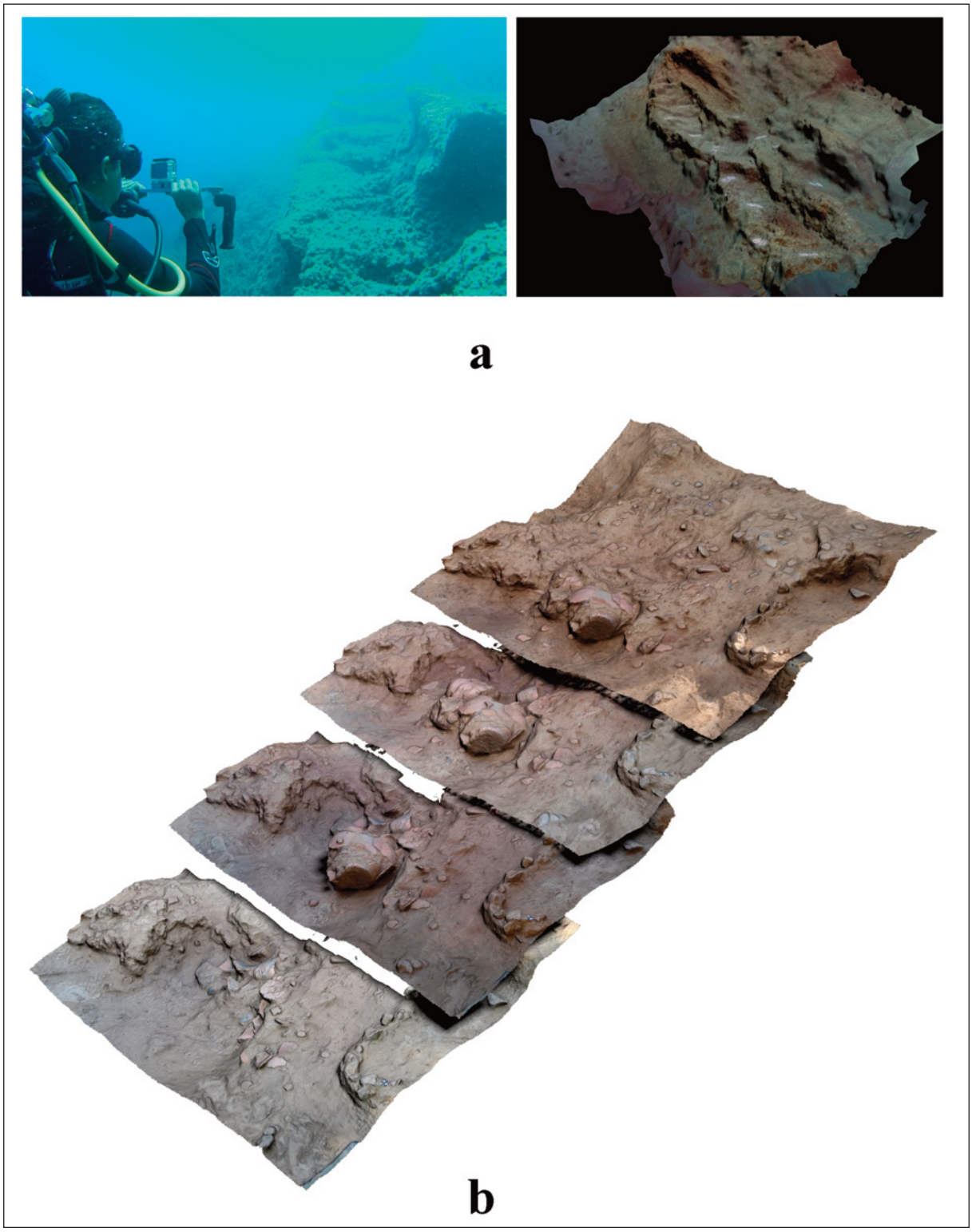
Il processo di realizzazione del profilo di calibrazione delle camere è una fase estremamente delicata ed importante per ottenere, in fase di processamento dei dati (C), un modello numerico geometricamente e metricamente corretto. Occorre considerare che i profili di calibrazione standard delle lenti applicate alle camere fanno riferimento alla loro condizione in ambiente asciutto. Nel nostro caso, invece, l'ambiente in cui si lavora è subacqueo e quindi occorre considerare l'aberrazione ottica dovuta all'indice di rifrazione dell'acqua di mare.

Di conseguenza la procedura, avvenuta rigorosamente sott'acqua ed in prossimità dell'area di rilievo, si sostanzia nella simultanea registrazione, da parte di entrambe le camere, di un determinato *target* ripreso da diverse angolature per favorire la creazione del profilo di calibrazione. I flussi video registrati sono poi elaborati nella successiva fase (C.1.).

A.4. Acquisizione video.

La procedura di scansione è avvenuta con registrazioni effettuate seguendo una serie di traiettorie a serpentina condotte a diversi livelli di quota. In particolare, la scansione è avvenuta su tre quote: quota superficiale, per ottenere una visione estesa dell'area oggetto d'indagine e alle quote di m -5 e -9 per acquisire maggiori dettagli sulle geometrie della scala intagliata nella roccia.

98) Repola *et al.* 2015.



66. a. PROCEDURE DI RILEVAZIONE 3D SUBACQUEA DELLA SCALA INTAGLIATA NEL TUFO PRESENTE (ca. -12/-10 metri) NEL GOLFO DI GENITO E MODELLO DELLA STESSA; b. SEQUENZA DEI MODELLI RELATIVI ALLE DIVERSE FASI DELLO SCAVO DEL CROLLO SUL BATTUTO PAVIMENTALE DELLA CAPANNA 2 ALLA PUNTA D'ALACA

8.4.2. Pre-elaborazione dei dati (B)

In questa macro-fase è stata eseguita una serie di operazioni per raggiungere due obiettivi principali: ottenere l'esatta sequenza delle coppie di immagini stereoscopiche destinate alla successiva elaborazione; limitare gli effetti tipici del degrado sulla qualità dell'immagine dall'ambiente sottomarino[99].

Queste operazioni sono divise in tre fasi:

B.1. Sincronizzazione video

La sincronizzazione delle tracce video, prodotte dalle attività di scansione, si articolano in una serie di operazioni manuali, mediante l'uso di un *software* di *video-editing*, tese a far collimare esattamente le due tracce video mediante la lettura dei codici alfanumerici e l'analisi dei picchi audio (A.2.).

B.2. Esportazione di immagini

Successivamente al processo di sincronizzazione delle due tracce video (B.1.) e alla pulizia dei *frame* di lavorazione non idonei alla successiva elaborazione, si procede con l'esportazione dei fotogrammi in immagini della dimensione nativa del filmato 1920 x 1080 px.

B.3. Correzione del colore

Nonostante l'area di scansione sia localizzata in basso fondale, quindi con adeguati livelli di illuminazione, alcuni *set* di immagini sono risultati notevolmente degradati. Ciò si spiega per le alte concentrazioni di particolato sospeso nella colonna d'acqua che, nel salto di quota della scaletta intagliata nella roccia, è particolarmente leggibile. Questa condizione impedisce, quindi, una chiara lettura sia del contesto che dei dettagli del sito archeologico.

Il problema è stato superato eseguendo sulle immagini una procedura di correzione cromatica basata sull'algoritmo proposto da Stéphane Bazeille[100]. L'intera sequenza segue quanto già affrontato in Repola (*et al.* 2018).

8.4.3. Elaborazione dei dati (C)

Con questa terza e ultima sequenza di operazioni viene generata la nuvola di punti densa a partire dalle immagini pre-elaborate.

Questa fase prevede tre passaggi distinti:

C.1. Determinazione dei parametri di calibrazione per ogni telecamera

C.2. Allineamento e posizionamento delle immagini

C.3. Generazione densa di nuvole di punti

I parametri di calibrazione sono stati determinati (C.1) analizzando, per ogni telecamera, l'insieme di immagini di calibrazione per acque poco profonde utilizzando MATLAB. I profili di calibrazione delle due telecamere sono stati quindi associati ai rispettivi *set* di immagini successivamente alle operazioni previste al punto (B.3.).

In totale sono state avviate al processamento 960 stereocoppie di immagine con una risoluzione di 1920 × 1080 px. L'allineamento e il posizionamento delle immagini (C.2) sono stati effettuati utilizzando la tecnica SFM (*Structure from Motion*) con il *software open source* Bundler[101].

La creazione della nuvola di punti (C.3) ha attinto dal *software* SURE nFrames sviluppato dall'Istituto di fotogrammetria dell'Università di Stoccarda. Questo processo ha adottato un metodo *MultiView Stereo* (MVS) in grado di generare una nuvola di punti precisa e densa grazie alla sequenza automatica di un processo suddiviso in quattro moduli: inizializzazione, rettifica, abbinamento e triangolazione[102].

99) Bryson *et al.* 2012.
100) Bazeille *et al.* 2008.
101) Snavely *et al.* 2006; Snavely *et al.* 2008.
102) Rothermel *et al.* 2012.

Il risultato dell'elaborazione delle immagini su un'area sommersa di mq 35, utilizzando SURE, ha generato una nuvola di 75 milioni di punti, con un livello di precisione sub centimetrico.

La tecnica adottata, basandosi su un sistema di acquisizione stereo-fotogrammetrico, garantisce elevati vantaggi nell'ottenimento di un modello numerico molto più accurato rispetto ai metodi basati su una sola fotocamera[103].

8.5. Gestione dei dati spaziali

Le sorgenti di dati digitali disponibili da diversi dispositivi impiegati nelle attività di rilievo quali: GpsRtk, Digital Camera, *sensor networks*, producono una estesa varietà di informazioni alle quali vanno ad aggiungersi quelle di dettaglio legate alle analisi per la caratterizzazione chimico-fisiche dei reperti (ad esempio gas-cromatografia con spettrometria di massa, spettroscopia a infrarossi in trasformata di Fourier, analisi microscopiche e indagini petrografiche) oltre alla documentazione tecnica prodotta nelle diverse campagne di scavo.

Affinché questa produzione di dati possa diventare "conoscenza" nel progetto di ricerca si è proceduto alla definizione di un'architettura logica del sistema di archiviazione e analisi dei dati che ha condotto alla realizzazione di un nuovo RDBMS compatibile con applicazioni GIS e coerente con l'archiviazione di dettaglio dei reperti e delle diverse tipologie di dati. Inoltre, si è considerata, come esigenza primaria, la necessità della portabilità del *database* considerato che l'attività in essere va a costituire un modello di gestione, analisi e raccolta dati da utilizzare in diversi contesti operativi dove non sempre è possibile ricreare ambienti di tipo *client/server*. Si è creata, quindi una base dati SQL utilizzando SQLite con l'estensione della libreria *open source* SpatiaLite (OGC-SFS) per supportare l'integrazione dei dati spaziali ottenendo, quindi, uno Spatial DBMS in grado di gestire lo speciale *data-typeGeometry*. Altre caratteristiche importanti, ben documentate, dell'insieme SQLite/SpatiaLite sono l'esigua richiesta di risorse di sistema che li rendono compatibili anche con l'uso su dispositivi mobili e l'interoperabilità dei dati con altri sistemi come PostgreSQL/PostGis. L'utilizzo di un'interfaccia semplificata, utilizzando un vocabolario chiuso, ha consentito un rapido *data entry* di un primo *set* di dati georeferiti e strutturati per interfacciarsi con il GIS.

La piattaforma GIS adottata è il sistema *opensource* QGIS. Questa piattaforma ben si integra con i dati caricati nel DB SQLite grazie alla sua architettura a moduli che permette di caricare i *plugin* necessari dal *repository* ufficiale. Definite le regole topologiche che individuano le relazioni, i rapporti di connessione e di contiguità tra gli elementi che comporranno la rappresentazione grafico/vettoriale del contenuto georeferito, si è poi proceduto a determinare la struttura logica dei dati, le relazioni tra tabelle e le FAT (*Feature Attribute Table*).

Fin qui il lavoro si è concentrato sul mettere a sistema e in relazione *dataset* acquisiti negli ultimi anni di scavo sull'Isola di Vivara. Considerando che l'interpretazione dei dati, in archeologia, può cambiare con il progredire della ricerca, per ottenere modelli analitici più corretti è necessario che essi stessi considerino il fattore della variabilità temporale, pertanto occorre che l'organizzazione dei dati stessi e la loro modellazione siano organizzati all'interno del GIS considerando il fattore tempo. È pertanto in corso una ottimizzazione del sistema che ci consentirà di utilizzare un modello spazio temporale definito 4D-GIS. Normalmente in una piattaforma GIS si descrivono le proprietà spaziali degli oggetti che si distinguono in dimensione, posizione e forma. Con il metodo 4D-GIS è possibile inserire le dinamiche evolutive dell'oggetto nello spazio-tempo, in cui gli eventi determineranno l'evoluzione di un oggetto e ogni sua modifica. In sintesi, il modello dei dati a cui ci si riferisce considera che per ogni oggetto

103) O'Byrne *et al.* 2014.

l'informazione temporale può assumere un valore di istante o di intervallo. Ciò consentirà di perfezionare il *data model* per le esigenze di metodi analitici innovativi finalizzati a comprendere le micro-dinamiche che hanno caratterizzato alcuni eventi succeduti nelle epoche passate e oggi leggibili nelle ricerche archeologiche condotte nello scavo di Vivara.

8.6. Gestione ed uso dei modelli numerici

Le procedure prodotte con l'intento di verificare nuovi sistemi speditivi per la digitalizzazione tridimensionale su terra e subacquea hanno permesso di indagare aspetti relativi alla rappresentazione del patrimonio culturale rivolta, non solo allo studio e alla comprensione dei luoghi, ma anche a forme di valorizzazione "attiva" dei beni, aprendoli a inediti percorsi formativi e di *edutainment* anche attraverso l'uso dei linguaggi del digitale e delle ICT.

I modelli prodotti dai sistemi di digitalizzazione 3D offrono delle copie fedeli dei manufatti e dei contesti archeologici, qualitativamente differenti dalle tradizionali ricostruzioni "virtuali" ricavate da limitate informazioni metriche; tale diversa natura del dato digitale permette usi più evoluti degli stessi e in molti casi impone di riconsiderare le stesse procedure d'uso delle macchine in rapporto ai luoghi e agli eventi da registrare, siano essi sommersi o emersi.

Nel caso delle attività di rilievo su terra dell'insediamento capannicolo e della scoperta del *mud flow* con all'interno numerose ceramiche, sono state effettuate sequenze di acquisizioni associate alle fasi di scavo e di smontaggio dei crolli, in modo da registrare tutti gli istanti possibili dell'evento che, devastando il villaggio, ha sigillato le interfacce d'uso dei luoghi. Da tali attività di rilievo sono stati prodotti modelli progressivi in nuvole di punti e *mesh* dei vari strati archeologici e delle fasi di asportazione del terreno e degli oggetti rinvenuti. Qui i reperti, quasi sospesi tra due eventi distruttivi, quello naturale e quello archeologico, funzionale alla conoscenza, riaffiorano per divenire informazioni, luoghi di relazione di forze, segni della storia. Il processamento dei dati delle sequenze video prodotte con l'uso di un carrello "*dolly*", ha richiesto una prima estrazione dei fotogrammi - secondo la velocità di scorrimento della videocamera e la complessità dei piani rilevati - e il trattamento degli stessi secondo procedure relazionate condotte mediante i *software* Photoscan e 3D FLOW - 3df ZephyrAerial. I modelli ad alta risoluzione testurizzati hanno consentito di individuare la geometria esatta del fronte di fango in rapporto agli strati preesistenti e agli oggetti che ha incluso nel suo incedere distruttivo (*fig*. 66, b).

Tali informazioni sono state poi gestite e archiviate al fine di avviare uno studio comparato delle possibili dinamiche di scorrimento e di impatto del fango sulle strutture architettoniche.

La ricerca, ancora in atto, ha fatto ricorso ad appositi *software* di fluidodinamica, capaci di simulare la capacità di resistenza degli ostacoli orografici e delle capanne, a partire dal rilievo geometrico dei contesti già effettuato con *scanner laser* 3D, dalle traiettorie di flusso e dalla loro forza, estrapolate dalla posizione dei vasi e dei danni subiti da essi e dalle strutture.

Inoltre, tali dati tridimensionali, interpolati con le varie tipologie di modelli prodotti sul campo e con le copie digitali dei reperti realizzate in laboratorio mediante scanner Artec Eva, ci hanno permesso di gestire in un unico spazio virtuale interattivo e multilivello tutti i dati acquisiti e i primi schemi di relazione. Di fatto tale tecnica di produzione dei dati 3D ci ha permesso di gestire le fasi di documentazione dello scavo in maniera evoluta, potendo associare, nello spazio virtuale, informazioni correlate di diversa natura a ogni oggetto numerico e gestire gli stessi in piattaforme relazionali di supporto allo scavo, allo studio e alla musealizzazione del sito.

Questa metodologia per la gestione dei dati ha permesso di:

- verificare l'efficacia della procedura di generazione della nuvola di punti sulla base della

corrispondenza geometrica dei modelli prodotti dalle immagini relative alle diverse fasi di acquisizione;
- testare varie procedure di interpolazione di parti di modelli a diverse risoluzioni;
- integrare il modello generale del fronte tufaceo con i piani delle cavità acquisiti sui lati verticali, generalmente all'ombra e creati in parte anche dalle correnti marine.

Tali modelli hanno permesso uno studio accurato dei livelli altimetrici dei segni di evoluzione antropica lungo la costa, e in particolare della scala preistorica, e alcuni dei serbatoi di epoca romana per la produzione di *garum* a ca. -4 metri, definendo la progressione nel tempo dell'abbassamento del terreno a causa dei fenomeni di subsidenza.

La possibilità di avere modelli accurati del fondale marino consentirà lo sviluppo di un sistema per la simulazione in fluido dinamica degli effetti delle onde sia in superficie che in profondità, nonché di iniziare uno studio di dettaglio sulle possibili dinamiche di rimessaggio a secco delle barche e di utilizzo in antichità dell'area portuale. Per lo studio degli effetti delle onde, i modelli numerici reali del fondale saranno integrati all'interno di simulatori delle componenti dinamiche del mare, rilevati attraverso l'uso di radar marini a banda X situati su costa o su imbarcazione. In particolare, il radar marino in banda X è in grado di eseguire il monitoraggio dello stato del mare al largo e vicino alla costa e stimare le informazioni sulla corrente superficiale e sulla batimetria, con altissima risoluzione spaziale e temporale, in un raggio massimo di ca. 5 chilometri dalla piattaforma radar[104]. Le informazioni sulla dinamica delle onde in superficie e in profondità, all'interno dei modelli dei fondali marini, consentiranno lo sviluppo di un sistema di rappresentazione grafico-analitico delle forze localmente attive, verificandone le traiettorie e l'intensità sul cratere e sulle strutture archeologiche. Lo studio prenderà in considerazione anche la geometria effettiva dei luoghi prima dell'effetto della subsidenza, potendo interpolare i modelli delle profondità con i modelli delle superfici emerse dell'isola di Vivara e del promontorio di Santa Margherita, già rilevati dallo scanner TOF Riegl.

Questi dispositivi e procedure definiranno nuovi metodi di rilevazione in cui registrare in modelli dinamici entrambi i contesti: sia i luoghi emersi e sommersi coinvolti nel loro processo di variazione della forma a causa del tempo e degli eventi, sia i movimenti del mare registrati al variare della morfologia della costa e dell'altezza dei fondali. Il primo tipo di modelli rappresenterà una sequenza geometrica di forme fisiche, il secondo un complesso di forze correlate rappresentate da vettori, linee di forza. L'interpolazione quantitativa di questi modelli qualitativamente diversi consentirà di simulare gli eventi passati dovuti all'azione reciproca della natura e dell'uomo in sequenze cronologiche e luoghi specifici.

La ricerca di nuove tecnologie, processi e metodi che consentano una maggiore coerenza e accuratezza dei dati digitali, andrebbe collocata in un contesto scientifico più ampio in cui attribuire ai dati rilevanza diversa, a seconda degli ambiti di ricerca coinvolti. Il ricorso all'uso di modelli analitici, che supportano tecniche e metodi di *Data Mining* per l'estrazione di informazioni implicite e potenzialmente utili, consentirà l'esplorazione e l'analisi di grandi quantità di dati nella ricerca di modelli ricorrenti (schemi), sfruttando anche le capacità di apprendimento automatico, idonee a facilitare la formulazione di ipotesi interpretative di contesti complessi.

8.7. Sistema di analisi e divulgazione

Questo approccio digitale alla conservazione strutturata delle molteplici informazioni derivanti dall'attività di ricerca ha permesso l'integrazione di nuovi strumenti capaci di unire ambiti analitici dei dati con quelli rappresentativi/divulgativi. Si fa riferimento alla branca della

104) Serafino *et al.* 2010.

Visual Analytics che affronta il tema di come rendere visivamente significanti grandi quantità di dati allo scopo di individuare matrici di senso che possano restituire letture inedite di informazioni numeriche, difficilmente interpretabili dalla mera disamina granulare delle informazioni non aggregate.

Le attuali tecnologie afferenti allo sviluppo di piattaforme di *Data Visualization* consentono altresì una esplorazione visiva dei dati in maniera interattiva, consentendo di percorrere differenti linee di relazione allo scopo di individuare gli elementi significanti di una ricerca. Tali piattaforme producono *output* visuali tramite la connessione a molteplici fonti di dati che compongono il flusso informativo processato, per organizzarsi, successivamente, in "dimensioni" e "misure" la cui relazione va a produrre la visualizzazione interattiva desiderata. Per fonti di dati si intendono connessioni a *Server* su cui sono ospitati *database* di diversa natura (MySql, Oracle, MemSql, MariaDB, PostgreSql, ecc.) ma anche fonti riferibili alla categoria degli "*Spatial File*" tra cui il formato *EsriShapefile* (.shp) utilizzato in ambiente GIS.

Questo significa che in un ambiente di *Data Visualization* è possibile costruire relazioni visive tra dati numerici e rappresentazioni grafico-vettoriali provenienti da GIS. In aggiunta, gli stessi sistemi, consentono l'interpretazione automatica di tabelle di valori numerici che esprimono coordinate geografiche, le quali vengono rappresentate, con appositi *tool*, su mappe interattive.

Per il progetto Vivara è stata adottata la piattaforma *Tableau*, leader del mercato di riferimento, con la quale sono stati seguiti due ambiti di sviluppo distinti ma paralleli, uno collegato alla esplorazione dei dati in ambito archeologico, con finalità di ricerca scientifica, e un altro collegato alla rappresentazione delle informazioni in ambito divulgativo, collegato all'esposizione museale delle stesse informazioni.

Tableau consente la produzione di molteplici "*dashboard*", anche collegate tra di loro, che possono essere personalizzate con *layout* complessi, in cui si articolano grafici e dati disposti secondo necessità e inoltre possono includere anche testi statici, immagini e contributi multimediali.

Tale utilizzo ha trovato impiego sperimentale presso il Museo Civico di Procida, allo scopo di individuare una forma di stretta correlazione e sinergia tra i dati prodotti dalla ricerca archeologica e la loro divulgazione in una forma comprensibile all'utente non esperto. In un normale contesto espositivo le informazioni sono rese in forme grafiche a valle di una loro rielaborazione creativa e progettuale e poi declinate su strumenti a stampa o digitali. L'approccio sperimentale in corso di adozione, invece, vuole definire degli algoritmi visivi di restituzione delle informazioni in maniera che le stesse possano essere processate dinamicamente ed in *real-time*, per assumere un corretto aspetto significante dal punto di vista semantico e visuale. L'ambito della *Data Visualization* e più precisamente del *Data Storytelling* è particolarmente adatto a sviluppare tali propositi sia per le basi concettuali di loro provenienza sia per le caratteristiche tecnologiche con cui si muovono le loro specifiche piattaforme digitali. Lo sviluppo del nostro sistema di rappresentazione dinamica delle informazioni parte, quindi, dalla disponibilità di dati spaziali, vettoriali e alfanumerici riferibili alle ricerche archeologiche compiute sull'isola di Vivara. L'obiettivo è quello di rappresentare tali contenuti su un *display touchscreen* installato nell'ambiente museale, consentendo all'utente finale di potervi interagire e nel contempo utilizzare la medesima fonte dati adottata per lo studio e la ricerca.

Il progetto è stato definito nelle seguenti componenti: connessione alla base dati, importazione *file Esrishapefile*, definizione dell'algoritmo di visualizzazione, creazione delle interfacce delle *dashboard*, esportazione del *file* per essere aperto in *Tableau Reader*. Nell'area

museale è stata installata una configurazione *hardware* composta da un Mini pc Intel NUC i5-7260U DualCore 2.2 Ghz con 8Gb Ram ed *Hard Disk* da 256 Gb SSD, S.O. WIN 10, connesso via HDMI a un *Display* LED 40" con applicata una cornice INFRARED, collegata via USB al computer, per rendere *MultiTouch* la superficie del *display* stesso.

L'unità di elaborazione NUC è stata collegata alla LAN in modo tale da poter ricevere i dati in tempo reale dal *server* ospitato nello stesso edificio e, sulla stessa, è stata installata l'applicazione gratuita *Tableau Reader* funzionale alla lettura di quanto prodotto nelle fasi precedenti.

Questa operazione ha consentito, quindi, di creare un potente strumento di divulgazione dei risultati dell'attività di ricerca, in ambiente museale, con il risultato di rendere esplorabili le fonti di dati in modalità interattiva attraverso delle interfacce accattivanti e di facile utilizzo per semplificare l'accesso alle informazioni, senza la necessità di ulteriori rielaborazioni grafiche al variare dei dati iniziali.

In conclusione, lo svolgersi della ricerca ha sistematizzato un processo fluido, in ambiente digitale, di produzione dei dati (campagna e/o laboratorio)> *data management* > *data storage*> *data processing* per analisi e ricerca > *data representation* per la divulgazione interattiva.

[L.R. - N.S.D.C.]

9. IL PROGRAMMA DI ANALISI GAS-CROMATOGRAFICHE (GC-MS) SUI REPERTI CERAMICI PROVENIENTI DAL SITO PROTOSTORICO DI VIVARA: METODOLOGIA ANALITICA E OPERATIVA

9.1. Premessa

L'analisi dell'originario contenuto di reperti archeologici può aiutare sia nelle operazioni di restauro, che nel fornire informazioni fondamentali per lo studio dei comportamenti e tradizioni di popolazioni antiche; andando al di là dello studio tipologico-funzionale del manufatto, permette di ricostruire le abitudini alimentari delle comunità preistoriche.

I reperti di maggior interesse sono, naturalmente, quelli in ceramica, come ad esempio, anfore, scodelle, ciotole ecc. In contenitori fittili potevano essere trasportati o conservati diversi tipi di liquido (vino, olio ecc.), oppure cibi come carne, frutta, pesce e molto altro. Il vantaggio ai fini diagnostici, è che la ceramica conserva "l'informazione" del suo originario contenuto, essendo un materiale poroso che tende ad assorbire le sostanze organiche con cui entra in contatto.

Tutti i composti organici, tendenzialmente, vanno incontro a processi degradativi e per conservarsi, nel corso del tempo, devono essere protetti in qualche modo: probabilmente la matrice minerale e porosa della ceramica offre un ambiente in cui le molecole organiche vengono a essere parzialmente protette da agenti esterni (acque meteoriche di dilavamento) oppure dalla degradazione di origine microbiologica[105].

9.2. Le fasi di indagine

L'indagine dei residui organici prevede una prima fase di campionatura seguita dall'analisi chimico-fisica e dalla interpretazione dei dati che questa può offrire. Importante, a tal proposito, risulta la scelta del reperto: trattandosi di analisi microinvasive, la valutazione del campione diventa un processo fondamentale e allo stesso tempo molto delicato.

105) Evershed 2008.

Il campionamento è di tipo fisico (con microtrapano) e richiede il prelievo di piccole quantità di materiale da cui poter estrarre in seguito la componente organica. Grazie allo sviluppo delle moderne metodologie di analisi caratterizzate da elevata sensibilità (quali appunto la spettrometria di massa accoppiata alla gas-cromatografia), le quantità di materiale ceramico prelevate si attestano nell'ordine dei milligrammi (ed in alcuni casi anche meno) di polvere prelevata, ove possibile, dal fondo dei vasi, oppure di frammenti dalle dimensioni contenute (inferiore ad 1 millimetro) anche relativi ad altre parti del manufatto.

All'estrazione della componente organica, usando solventi organici opportunamente selezionati, caratterizzati da diverse polarità, è collegato un protocollo che permetta in primo luogo di separarle, per poterle poi identificare in maniera univoca. Tutto questo è reso possibile grazie all'utilizzo della gas-cromatografia accoppiata alla spettrometria di massa.

La definizione dei dati si svolge in due fasi: innanzitutto vi è l'interpretazione scientifica, ovvero l'individuazione di marcatori chimici (molecole caratterizzanti) caratteristici di determinate matrici biologiche (latte, oli vegetali, acidi grassi di natura animale, vegetale, ecc.), che permettono di distinguere l'una dalle altre, seguita da una spiegazione socioculturale e archeologica tesa a stabilire l'uso del reperto.

Ad esempio, alcuni acidi grassi possono rappresentare una categoria di marcatori chimici. Questo tipo di molecole è ampiamente diffuso in natura, tuttavia alcuni di essi (ad esempio l'acido vaccenico) sono contenuti prevalentemente in specifiche matrici biologiche (latte e derivati).

Metodi analitici in GC-MS si sono dimostrati estremamente utili per lo studio delle sostanze organiche associate a materiale archeologico, in particolare nel caso di terrecotte e ceramiche, su cui sono stati svolti numerosi studi, sia per l'identificazione di sostanze incognite presenti a livello di tracce e ultratracce[106] sia per l'esame dei processi di degrado dei materiali più utilizzati, identificando criteri più chiari per l'individuazione della materia originale sulla base di alcuni *markers* ben definiti[107].

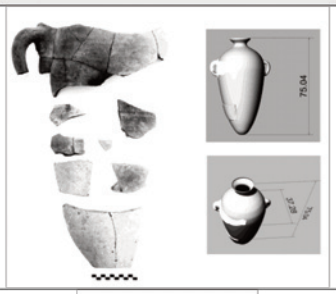
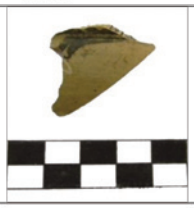
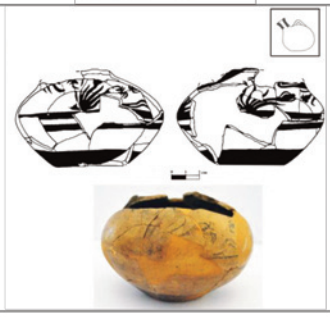
Le sostanze grasse, essendo nel tempo più durevoli e resistenti al degrado, sono molto importanti per questo tipo di studio[108]. Per tali sostanze sono stati proposti criteri per una distinzione tra grassi di origine animale (ovini, bovini, suini, pesce), prodotti del latte (come la caseina), oli vegetali, cera d'api[109] e materiali resinosi[110], arrivando a caratterizzare non solo l'origine vegetale, ma anche il tipo di trattamento subito in fase di realizzazione del manufatto.

9.3. Il progetto di campionatura e analisi sul *corpus* vascolare vivarese

Già in passato, attorno agli inizi degli anni 2000, grazie a una collaborazione fra la Missione Vivara e il Ministero della Cultura greco, si sperimentarono con buon successo tecniche di tracciamento di sostanze organiche su ceramiche vivaresi[111]. Le analisi in questione furono condotte al margine di una serie organica di analisi effettuate su un *corpus* di contenitori ceramici provenienti essenzialmente da scavi relativi a contesti minoici e micenei.

Pur se effettuate su campioni di numero limitato, le conoscenze acquisite, qui sinteticamente riassunte alla *Tab*. 4, rappresentarono un importante riferimento sia per quanto

106) Bonaduce *et al.* 2016.
107) Melchiorre *et al.* 2020.
108) Charters *et al.* 1993; Dudd, Evershed 1999.
109) Regert *et al.* 2001.
110) Eerkens 2002.
111) Cfr. Marazzi *et al.* 2008; più in generale sul progetto Tzedakis, Martlow 1999.

Nr. Inv. Scavo	Nr. Campione*	Descrizione e provenienza reperto	Elementi organici in traccia e possibile contenuto**	Immagine
VE82e/360+	EUM 447	Giara cananea proveniente dall'annesso circolare della Capanna 2 (Fossa β). Fine XVI-inizio XV sec. a.C.	Vegetable oil flavoured with a woody herb/bark (as opposed to a leafy herb).	
VE95e/61	EUM 451	Frammento di vasca di coppa con attacco dell'orlo (FS 211 ?) T.E. IIA/B	Herb flavoured unresinated wine	
VE77e/29	EUM 463	Askós con decorazione floreale a crochi proveniente dai livelli di abitazione della P.ta d'Alaca. T.E. IIA/B	Olive oil flavoured with a herbal extract. Saffron is suggested by the decoration on the vase	
VE79e/104	EUM 489	Frammento di pithos di importazione, con tracce di tornitura e ingubbiatura rossastra, proveniente dal livello di abitazione della Capanna 1. Fine XVI-inizio XV sec. a.C.	Unflavoured vegetable oil, probably olive oil	
VE2001c/12	EUM 434	Boccale con decorazione a barbotine proveniente dal pavimento della Capanna 2	A melange of herbs may have been used to flavour milk or cream.	
VE2001c/7		Ciotola carenata con orlo appena accennato e lievemente svasato, ansa verticale ad anello, con sopraelevazione a nastro ad apici revoluti, proveniente dal pavimento della Capanna 2	Herbal use. No fats or oils.	

Tab. 4 - DETERMINAZIONI DEL POSSIBILE CONTENUTO DEI VASI DI IMPORTAZIONE PRESENTI SULL'ARCIPELAGO FLEGREO (* Sulla base di MARTLEW *et al.* 2008, pp. 276ss.; ** Testo da MARAZZI *et al.* 2008)

concerne la determinazione dei possibili contenuti che viaggiavano con i vasi di importazione verso l'arcipelago Flegreo, sia in relazione, attraverso un confronto con i dati archeobotanici e archeozoologici vivaresi, alla determinazione della dieta alimentare che doveva caratterizzare la comunità preistorica di Vivara[112].

Sulla base di tale fruttuosa esperienza, si decise, parallelamente alle operazioni di scavo e studio che caratterizzarono la campagna del 2018, di intraprendere un nuovo e organico programma di campionatura, soprattutto concentrato su contenitori di fattura locale, finalizzato alla esecuzione di analisi gas-cromatografiche.

Le campionature e le relative analisi riguardano nel dettaglio 24 manufatti ceramici, dei quali 11 pertinenti a ceramiche di produzione locale (ripartite in 2 categorie funzionali: 8 *pithoi* e 3 ciotole/scodelle); nello specifico si sono scelti contenitori provenienti da un contesto stratigrafico unitario: si tratta infatti di vasi tutti attribuibili al corredo della Capanna 2 della Punta d'Alaca. Le restanti campionature hanno riguardato 13 frammenti di ceramica micenea fine, pertinenti a tazze, brocche e *alabastra*. La loro provenienza è da contesti stratigrafici misti, non riferibili a una precisa struttura, dal momento che l'elemento rilevante per esse è rappresentato dal rapporto forma/sostanza organica: ad esempio, la determinazione dei prodotti di particolare prestigio che venivano diffusi attraverso il commercio di piccoli vasi di forma chiusa (come *alabastra* e *askoi*) e le bevande che venivano consumate in coppe e bicchieri, o servite in brocche. La scelta è quindi caduta su frammenti dipinti e di particolare finezza. A parte la già ricordata giara cananea, fatta oggetto delle prime sperimentazioni gas-cromatografiche (cfr. *Tab*. 4), la campionatura di grandi contenitori d'importazione in fabbrica *coarse* (vd. qui § 3.2.2.) è programmata per le prossime campagne in concomitanza con la preparazione del catalogo finale di questa classe ceramica.

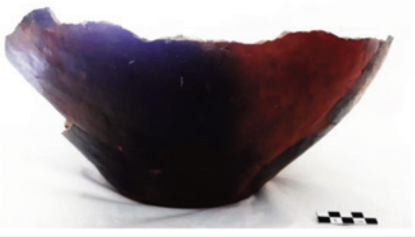
Alle *Tabb*. 5a (e 5a/bis)-5b (e 5b/bis) sono rispettivamente illustrati nel dettaglio i singoli pezzi sottoposti a campionatura; per alcuni di essi, appartenenti alle ceramiche micenee, si sono potute dare già alcune indicazioni preliminari. Il lavoro di analisi è, tuttavia, ancora in corso di svolgimento presso il Laboratorio di Scienze e Tecniche Applicate all'Archeologia del Dipartimento di Scienze Umanistiche dell'Università Suor Orsola Benincasa in collaborazione con il laboratorio del Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Napoli Federico II.

[A.C. - C.P. - G.T.]

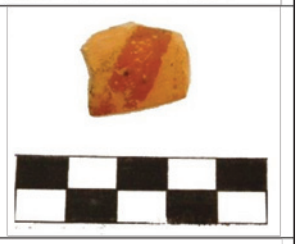
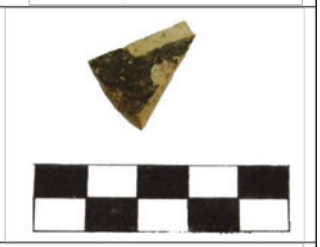
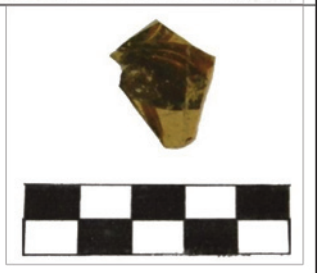
112) Si veda Carannante *et al.* 2003; Carannante *et al.* 2010; Pepe 2016.

Gruppo funzionale	N. Inventario Ceramica Locale	N. Inventario Campione	Locus	Foto
CIOTOLE	VE 2002C/15	Loc 01/2016	Capanna 2	
	VE 2002C/5	Loc 02/2016	Capanna 2	
	VE 2002C/9	Loc 03/2016	Capanna 2	
PITHOI	VE 2002C/3	Loc 04/2016	Capanna 2	
	VE 2002C/18	Loc 05/2016	Capanna 2	
	VE 2002C/11	Loc 06/2016	Capanna 2	

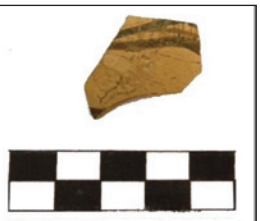
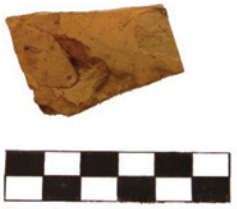
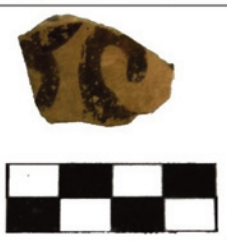
Tab. 5a: INVENTARIO CERAMICA LOCALE (1ª parte)

Gruppo funzionale	N. Inventario Ceramica Locale	N. Inventario Campione	Locus	Foto
PITHOI	VE 2002C/72	Loc 07/2016	Capanna 2	
	VE 2002C/4	Loc 08/2016	Capanna 2	
	VE 2002C/25	Loc 09/2016	Capanna 2	
	VE 2002C/24	Loc 10/2016	Capanna 2	
	VE 2016C/1	Loc 11/2016	Capanna 2	

Tab. 5a/bis: INVENTARIO CERAMICA LOCALE (2ª parte)

N. Inventario Ceramica Egea	N. Inventario Campione (con indicazione, per alcuni, dei risultati preliminari)	Locus	Foto
VE 95E/60 Frammento di vasca di vaso aperto (FS 211?) di piccole dimensioni, decorato con running spiral (FM 46)	Mic 01/2016	Trincea KI Livelli di accumulo antico	
VE 95E/115 Frammento di spalla di vaso probabilmente chiuso di piccole dimensioni con banda in vernice rossa	Mic 09/2016	Trincea K Livelli di abitato	
VE 94E/75 Frammento di spalla di vaso chiuso di piccole dimensioni (alabastron?)	Mic 08/2016 (Le analisi preliminari hanno rilevato tracce di liquidi)	Trincea JI Livelli di accumulo antico	
VE 97E/4 Frammento di vasca di vaso aperto (FS 211?) di piccole dimensioni, decorato con running spiral (FM 46)	Mic 04/2016 (Le analisi preliminari hanno rilevato tracce di liquidi)	Trincea J IV rip. Livelli di accumulo antico	
VE 98E/3 Frammento di parete di goblet (FS 254) di medio-piccole dimensioni, con parte di motivo decorativo in vernice nera a "palma" (FM 14)	Mic 11/2016 (Le analisi preliminari hanno rilevato tracce di vino)	Trincea RI Livelli di accumulo moderno	
VE 97E/1 Frammento di parete in prossimità dell'orlo di vaso aperto di medie dimensioni.	Mic 06/2016	Trincea R1 Livelli di accumulo moderno	

Tab. 5b: INVENTARIO CERAMICA EGEO-MICENEA (1ª parte)

VE 95E/111 Frammento di spalla di vaso di piccole dimensioni, forma chiusa (squat jug o alabastron) con decorazione a "racchetta" (FM 63)	Mic 12/2016 (Le analisi preliminari hanno rilevato tracce di olio profumato)	Trincea KI Livelli di accumulo antico	
VE 97E/5 Frammento di spalla con inizio del collo di alabastron di medio-piccole dimensioni (FS 83)	Mic 13/2016 (Le analisi preliminari hanno rilevato tracce di olio)	Trincea D Livelli di accumulo antico	
VE 82E/375 Frammento di parete di vaso di forma chiusa, medio-grandi dimensioni (giara?) con decorazione a bande in vernice rossastra	Mic 03/2016	Trincea I Livelli di testa crollo	
VE 95E/107 Base di tazzetta emisferica (FS 211) di piccole dimensioni	Mic 02/2016 (Le analisi preliminari hanno rilevato tracce di liquidi)	Trincea D Livelli di accumulo antico	
VE 96E/74 Frammento appartenente ad alabastro angolare (FS 91) di medio-piccole dimensioni con decorazione a "linee sinuose (FM 67)	Mic 10/2016	Trincea BI Livelli di accumulo antico	
VE 95E/102 Frammento di spalla obliqua di vaso di forma chiusa (alabastro angolare?) di medio-piccole dimensioni	Mic 05/2016	Trincea K Livelli di abitato	
VE 81E/203 Frammento di parte superiore della parete di vaso chiuso di medio-grandi dimensioni con decorazione a "edera" (FM 12)	Mic 07/2016	Trincea B Quadrato KZP Livelli di crollo	

Tab. 5b/bis: INVENTARIO CERAMICA EGEO-MICENEA (2ª parte)

10. NUOVE RICERCHE ALLA PUNTA MEZZOGIORNO

10.1. Attività di ricerca di mare e di terra svolte fra il 1998 e il 2002

Dopo le ventennali ricerche archeologiche svoltesi sull'isola di Vivara dal 1976, durante le quali allo scavo terrestre si accompagnarono solo sporadiche esplorazioni del cratere del Golfo di Genito, dal 1996 si cominciarono a gettare le basi per lo studio del porto-approdo protostorico attraverso la programmazione di una serie organica di campagne di scavo subacquee. Nell'ambito di tali ricerche furono condotti anche rilevamenti batimetrici con uomini e mezzi specializzati della nave idrografica Magnaghi, messi a disposizione dalla Marina Militare[113].

Le indagini geologiche furono eseguite da un *team* di operatori dell'allora Soprintendenza Archeologica di Napoli e dello STAS, in collaborazione con l'Arma dei Carabinieri Subacquei di Napoli, coordinato dalla geologa subacquea M.L. Putignano, che si è dedicato allo studio della situazione geomorfologica dei fondali dell'isola di Procida e delle relative variazioni del livello del mare[114].

La collaborazione con la Marina Militare Italiana non si è fermata alle prime ricerche sui livelli batimetrici, nel 1998 e nel 2000, infatti, le unità cacciamine della classe Lerici "Vieste" e "Sapri", con l'ausilio di Rov, hanno indagato i fondali marini a Sud dell'isola di Procida fino ad una profondità di 250 metri sotto il livello del mare per l'individuazione e studio di possibili relitti sommersi. Grazie al supporto dello STAS e dei subacquei del Nucleo Carabinieri di Napoli si sono potute svolgere indagini subacquee, a differenti quote sotto il livello del mare, su tutto il perimetro dell'isolotto di Vivara per poi ampliare le ricerche su tutta l'isola di Procida.

Furono individuati durante queste immersioni circa 25 siti di interesse archeologico (che in seguito alla campagna di ricerca del 2001 salirono a più di 30, raccolti in un archivio topografico subacqueo; *fig*. 67), dai quali emerse l'esistenza delle tracce di ben 6 differenti linee di riva. Le fasi principali di sommersione con relative situazioni di insediamento umano (aree di attracco di imbarcazioni, impianti per la lavorazione del pesce, ecc.) si trovano fra i -18/20 metri e i -5/6 metri.

Per quanto riguarda invece le aree interessate direttamente da sistematiche campagne di scavo archeologico subacqueo sono state due, entrambe collocate all'interno del cratere sommerso di Vivara[115].

La prima (cfr. *fig*. 67, Punto A), ha interessato una serie di grotte e l'area a esse antistante, presenti sul versante Nord, alla base della platea del Golfo di Genito, a quota di ca. -5 metri, non distanti dalla Punta Capitello. Tali grotte, che mostravano chiari segni di lavorazione e normalizzazione sia delle pareti che dei colmi, insieme con un sistema di palificazione collocato nell'area antistante a esse, sono state interpretate come vani-magazzino connessi con l'impianto portuale dell'area del golfo all'epoca interamente emersa, alle quali erano addossate strutture di tipo capannicolo.

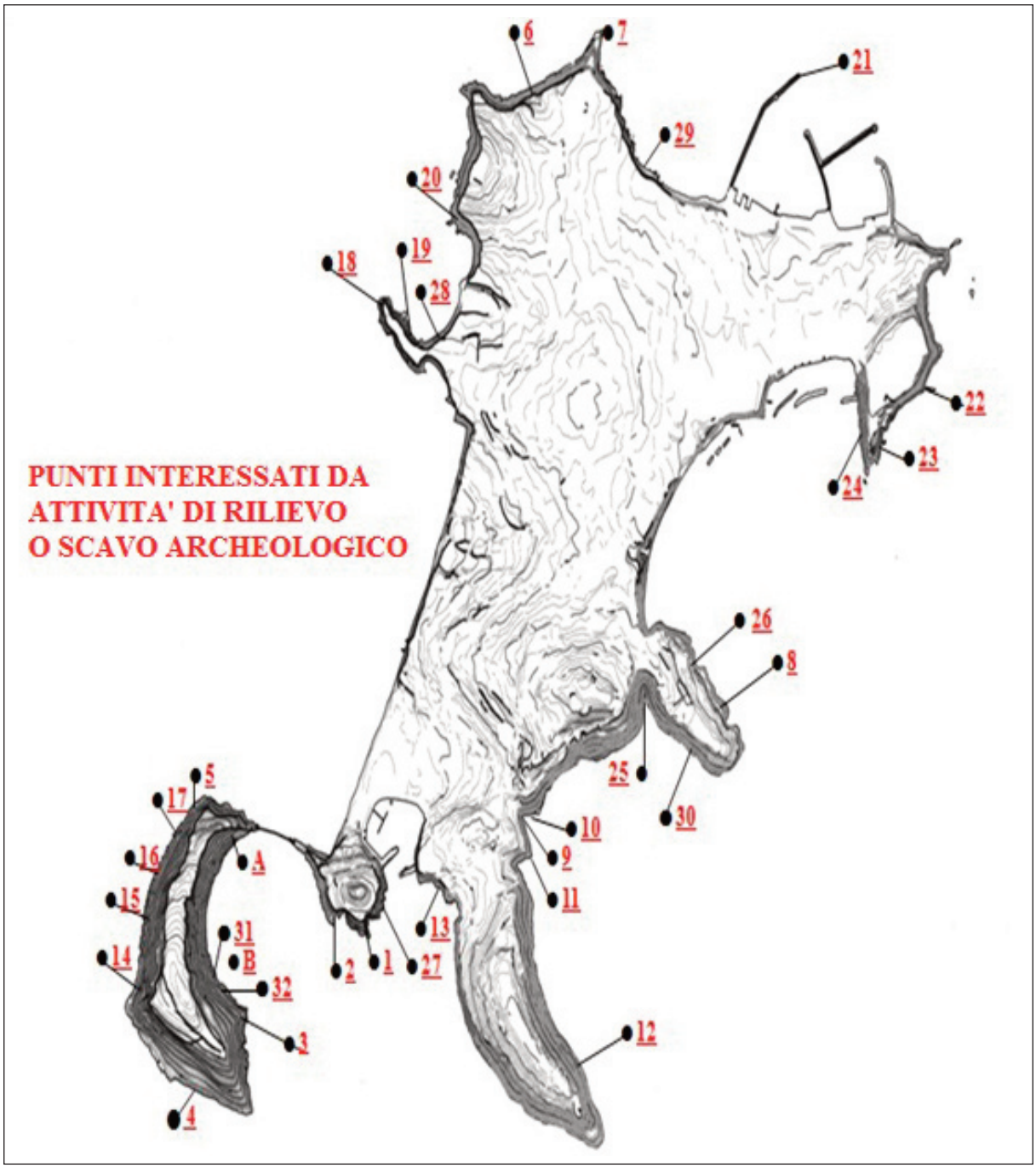
La seconda (cfr. *fig*. 67, Punto B), che è stata oggetto di complesse operazioni di scavo fra il 2000 e il 2002, è localizzata a circa 50 metri da un molo di epoca borbonica posto al centro del versante occidentale del Golfo di Genito.

---

113) Per una visione d'assieme delle attività svolte nelle acque di Vivara si rimanda a Mocchegiani Carpano 2001; Marazzi, Mocchegiani Carpano 1998; il contributo di M. Marazzi e C. Mocchegiani Carpano in Marazzi, Tusa 2001, pp. 275-286; da ultimo, Mocchegiani Carpano 2019.

114) Cfr. Putignano *et al.* 2009; da ultimo, Putignano *et al.* 2012.

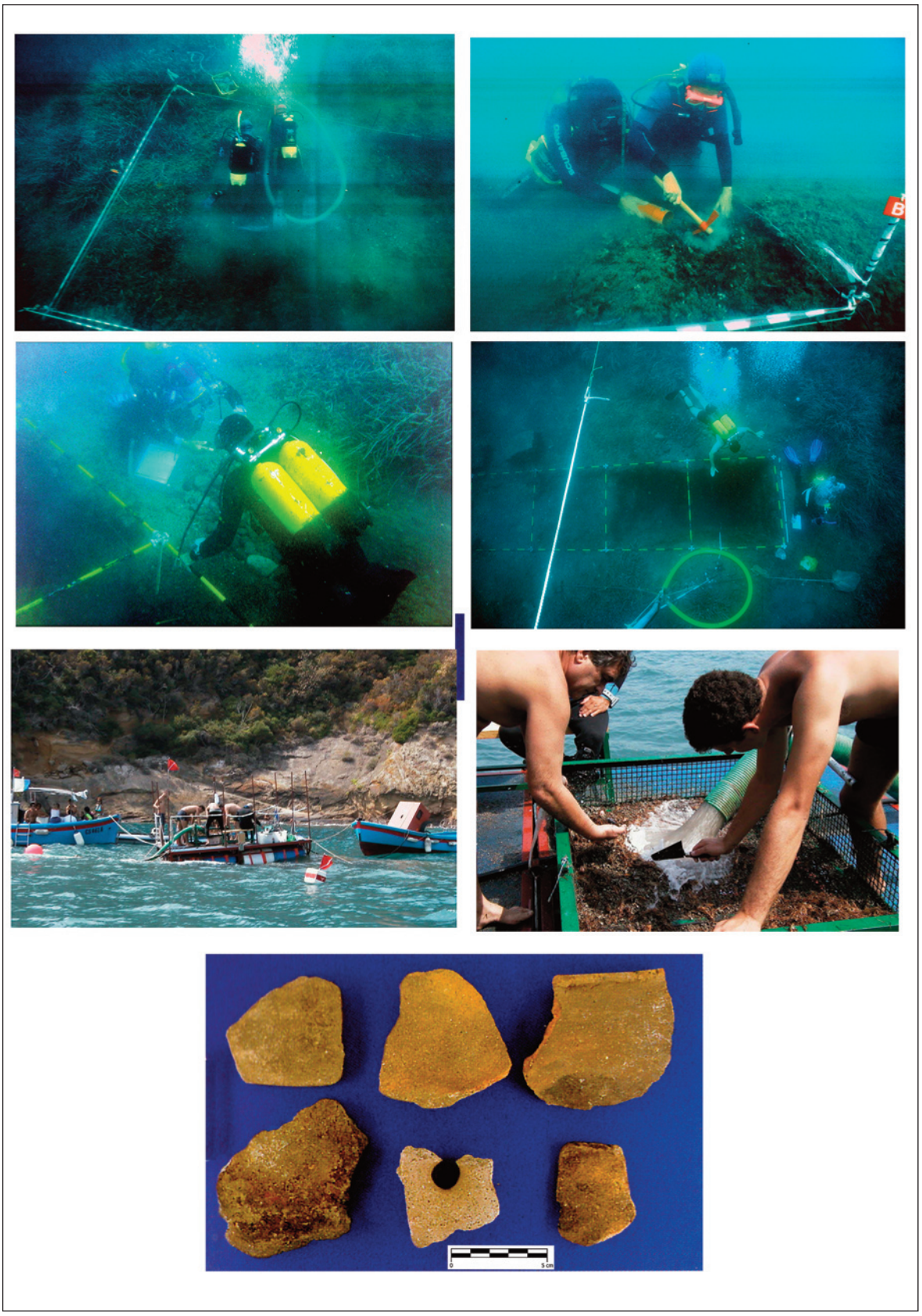
115) Si veda quanto sinteticamente illustrato nel contributo di M. Marazzi e C. Mocchegiani Carpano in Marazzi, Tusa 2001, pp. 275-286.



67. CARTA INTERATTIVA DELLE AREE SOTTOPOSTE A RICOGNIZIONE O SCAVO NEL CORSO DELLE RICERCHE SUBACQUEE (Archivio e *database* Missione Vivara)

A una profondità di ca. 14 metri, posti su uno strato originario di "retrospiaggia", sono stati rinvenuti ancora *in situ* svariati frammenti ceramici di provenienza sia locale che egea (anche tornita e dipinta), ossidiana (anche di notevoli dimensioni, il più grande di cm 10x9), frammenti di osso e alcuni semi (*fig.* 68)[116].

116) Cfr. i contributi di M. Marazzi e C. Mocchegiani Carpano in Marazzi, Tusa 2001, pp. 275-286; Mocchegiani Carpano *et al.* 2020.



68. GOLFO DI GENITO. FASI DELLO SCAVO SUBACQUEO CONDOTTO NEGLI ANNI 2000-2002; IN BASSO UNA SCELTA DELLE CERAMICHE RINVENUTE *IN SITU* A CA. -14 METRI SUL LIVELLO ORIGINARIO DI "RETROSPIAGGIA"

10.2. Attività di ricerca del 2019

Sebbene le attività di ricerca del 2002 siano state le ultime svolte con carattere di scavo sistematico nelle acque di Vivara, occorre ricordare le operazioni di rilievo completo di una scala sommersa presente all'interno del cratere (da collegare al sistema di scale che, all'epoca di vita dell'insediamento preistorico, dovevano collegare l'area del porto con quella dell'abitato sul pianoro sommitale dell'isola; cfr. *fig*. 67, Punto 3) svolte nel 2014 con l'ausilio di nuovi e avanzati sistemi per la mappatura e georeferenziazione delle aree subacquee[117]. Nell'autunno del 2019 si è deciso di riprendere le attività di ricerca subacquee concentrando le operazioni sull'area emersa e sommersa della Punta Mezzogiorno, nei pressi di un forte napoleonico (*fig*. 69, a) che con la sua costruzione ha modificato la morfologia dell'area.

La superficie, nonostante le numerose tracce antropiche e la vicinanza all'area di scavo interessata dalle campagne 1976-1982[118], non è stata mai oggetto di approfondite ricerche.

Le nuove attività sono consistite in un complesso d'indagini ricognitive estese anche ai tratti emersi di tutto il perimetro di Vivara, allo scopo di documentare lo stato di conservazione delle tracce antropiche, quali scalette o bitte, già rilevate durante le precedenti campagne.

Nel corso di tali ricerche si è potuta, tra l'altro, accertare la presenza ancora attiva della fonte d'acqua presente sul versante occidentale dell'isolotto, posta ai piedi dell'area di scavo di Punta d'Alaca, a una profondità di ca. -12 metri (cfr. *fig.* 67, Punto 16)[119].

Le indagini sono state condotte mediante un approccio ibrido definito da osservazione diretta sul campo e osservazione mediata tramite l'utilizzo di immagini fotografiche ad alta risoluzione riprese da drone DJI Phantom 4 Advanced, la cui camera è stata dotata di lente polarizzatrice per una migliore lettura della continuità dei tratti orografici, relativi al complesso tufaceo di Punta Mezzogiorno, che si articolano sotto la superfice del mare.

Le ricognizioni subacquee sono avvenute in ARA e sono state organizzate pianificando percorsi definiti, tramite tecniche di orientamento subacqueo e l'uso di una griglia di ricerca, per coprire correttamente le aree d'indagine e per rendere completa ed esaustiva la documentazione video-fotografica dei luoghi nonché il loro rilevamento di massima.

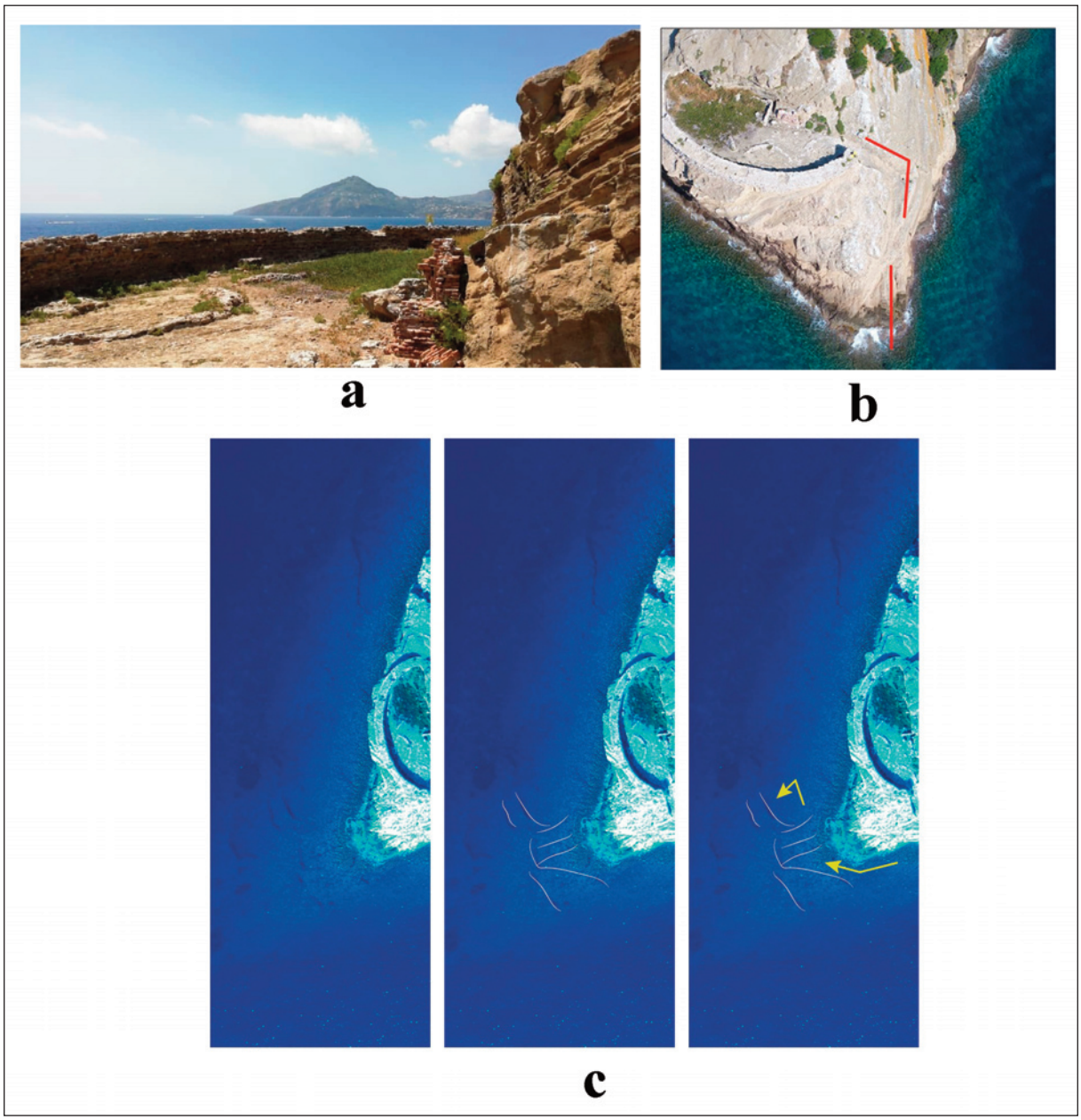
L'area indagata si riferisce al tratto di costa, e allo specchio acqueo prospiciente fino ad una distanza di 25 metri orizzontali dalla parete, compreso tra Punta Mezzogiorno e Punta d'Alaca, riferibile, quindi, al versante occidentale dell'isola di Vivara.

Già da una prima osservazione dei dati, come evidenziato nell'immagine aerofotogrammetrica (cfr. *fig*. 69, b), è ben riconoscibile il sistema di scale (in alcune porzioni fortemente danneggiato dai fenomeni di erosione degli agenti atmosferici e dal crollo della parete tufacea) che si articola sul versante Ovest, degradando sotto il livello del mare fino a una profondità di ca. 1 metro. In prossimità di questo è possibile riconoscere, sempre tramite aerofotogrammetrie, una serie di salti di quota negativi (cfr. *fig.* 69, c), che delineano un percorso regolare di collegamento tra le già citate scale e quello che nell'età del Bronzo doveva essere il tratto di costa emersa alla quota di contatto con il mare. Si nota, inoltre, che le linee di evidenza delle depressioni più superficiali hanno una caratterizzazione morfologica dominante particolarmente definita nella regolarità geometrica che, unita agli angoli noti di incidenza delle correnti, non sembrano essere causate da azioni erosive dovute alla forza idrodinamica del mare.

117) Repola *et al.* 2015; Marazzi *et al.* 2017; sul sistema di scale e sulle loro tracce, vedi da ultimo Mocchegiani Carpano *et al.* 2020.

118) Marazzi, Tusa 1991a.

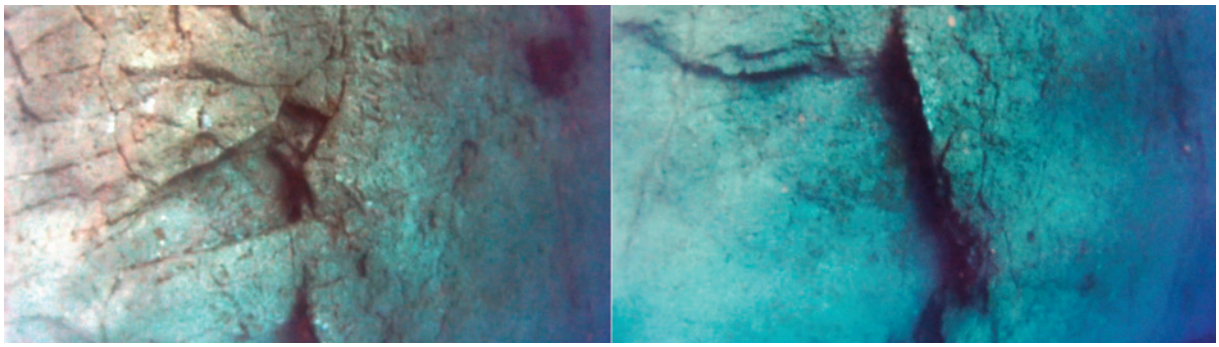
119) Sulle fonti d'acqua: Mocchegiani Carpano *et al.* 2020.



69. a. VEDUTA SU ISCHIA DAL FORTINO NAPOLEONICO DI PUNTA MEZZOGIORNO; b. PARTICOLARE DELLA VEDUTA DALL'ALTO DI PUNTA MEZZOGIORNO DOVE È SEGNALATO IL PERCORSO DELLE SCALE CHE INIZIANO DAL FORTE NAPOLEONICO E GIUNGONO ALLA PUNTA MERIDIONALE DELL'AREA; c. PARTICOLARE DELLA VEDUTA DALL'ALTO DI PUNTA MEZZOGIORNO DOVE SONO EVIDENZIATI I SALTI DI QUOTA DELINEANTI UN IPOTETICO PERCORSO VERSO LA PARTE BASSA DELL'ISOLOTTO

Piuttosto, appare probabile che, in collegameno con le note ed esistenti scalette nei tratti di costa emersa e sommersa intorno all'isola, potrebbero essere dovute a un intervento umano, legato alla necessità degli abitanti del complesso Procida-Vivara di agevolare i collegamenti tra l'area sommitale e il porto-approdo che si sviluppava nell'attuale golfo di Genito, all'epoca costituito da un vasto pianoro sabbioso (cfr. quanto considerato più sopra al § 7.1).

A conferma della frequentazione dell'area oggi sommersa alle pendici di Punta Mezzogiorno sono state individuate forme fortemente squadrate che rimandano ad attività antropiche (*fig*. 70).



70. PUNTA MEZZOGIORNO. TRACCE DI LAVORAZIONE DELLA PARETE LAVICA SOMMERSA RILEVATE DURANTE IMMERSIONE IN APNEA MA INDIVIDUATE IN PRECEDENZA CON LE AEROFOTOGRAMMETRIE

Tali tracce confermano le ipotesi, formulate già durante le operazioni di studio degli anni passati, riguardanti l'esistenza a Punta Mezzogiorno di un'area di attracco connessa con attività portuali di carico e scarico delle merci, prima del tiraggio in secco e dell'alaggio dei navigli sulla distesa di sabbia e ciottoli che doveva caratterizzare l'area del Golfo di Genito all'epoca interamente emersa; alla *fig*. 71 è stata ripresa, a scopo illustrativo, la carta di recente pubblicazione[120], con alcune aggiunte relative alla situazione sommersa della Punta Mezzogiorno. Si ricorda, tra l'altro, che proprio alla Punta Mezzogiorno le ricerche compiute negli anni '90 identificarono, a una profondità di ca. -8 metri, l'esistenza di una ulteriore fonte di acqua dolce in corrispondenza delle tracce di insediamento rilevate poco al di sopra. La Punta Mezzogiorno si va dunque configurando, attraverso i nuovi dati in corso di acquisizione, come un funzionante sistema di attracco, fornito di banchine, di scale, di risorse idriche, il tutto sostenuto da uno specifico nucleo insediamentale dal quale provengono, vale la pena ricordarlo, non solo ceramiche d'importazione egee, ma anche reperti vascolari provenienti dall'arcipelago eoliano[121].

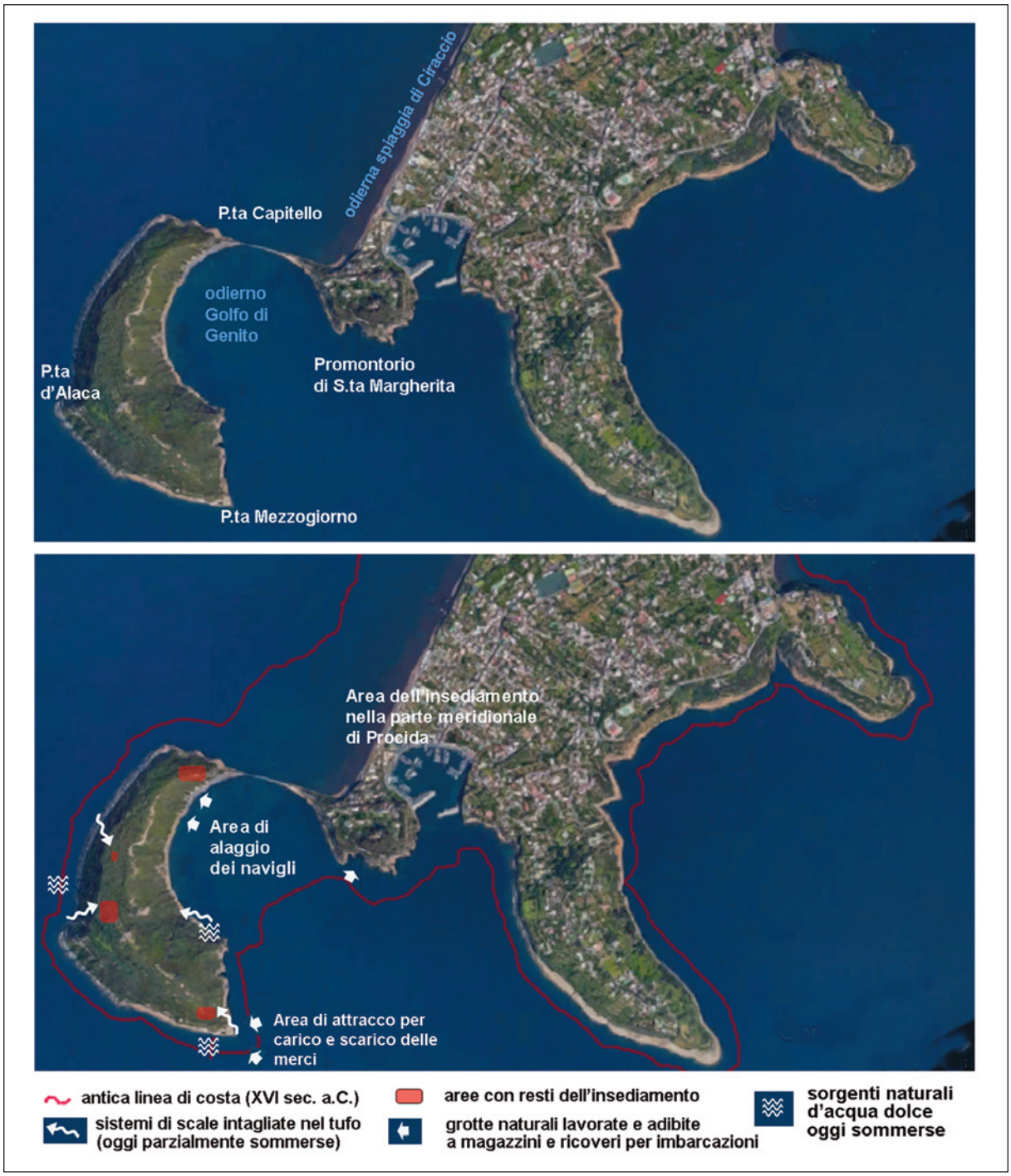
Durante le prossime campagne di ricerca sono previste nuove indagini dell'area sommersa di Punta Mezzogiorno allo scopo di individuare ulteriori tracce a sostegno delle ipotesi esposte. In particolare è prevista una campagna di rilievo subacqueo tridimensionale per ottenere la documentazione parametrica georeferenziata, utile allo sviluppo del modello tridimensionale ricostruttivo del sistema porto-approdo integrabile all'esistente piattaforma GIS (cfr. quanto illustrato più sopra al § 8.5).

La campagna includerà, inoltre, un rilievo esteso del comprensorio subacqueo di riferimento, mediante scansione effettuata con *Side Scan Sonar*, per ottenere una sua vista d'insieme particolarmente estesa da cui poter ricavare maggiore conoscenza dello stato dei luoghi temporalmente collocati nell'età del Bronzo.

[L.L. - N.S.D.C.]

120) Marazzi, Pepe 2020.

121) Cfr. Cazzella, Recchia 2007; Cazzella 2016; sulla presenza di ceramiche tipo "Capo Graziano" dal sito di Punta Mezzogiorno, si veda Cazzella *et al.* 1997.



71. VISIONE AEREA DEL COMPRENSORIO DI PROCIDA-VIVARA. IN BASSO: EVIDENZE DELL'ANTICO PORTO DELL'ETÀ DEL BRONZO ACCERTATE ATTRAVERSO LA RICERCA SUBACQUEA

Bibliografia

Andersson Strand 2012: E. Andersson Strand, "The Textile Chaîne Opératoire: Using a Multidisciplinary Approach to Textile Archaeology with a Focus on the ancient Near East", in *Paléorient* 38, pp. 21-40.

Aranguren *et al.* 2014: B. Aranguren, M.R. Cinquegrana, A. De Bonis, V. Guarino, V. Morra, M. Pacciarelli, "Le strutture e lo scarico di olle del Puntone Nuovo di Scarlino (GR) e i siti costieri specializzati della protostoria mediotirrenica", in *RScPreist* 64, pp. 227-258.

Bachmann 1982: H.G. Bachmann, *The identification of Slags from Archaeological Sites*, London.

Barber 1992: E.J.W. Barber, *Prehistoric textiles. The development of cloth in the Neolithic and Bronze ages*, Princeton.

Bazeille *et al.* 2008: S. Bazeille, I. Quidu, L. Jaulin, J.-Ph. Malkasse, "Automatic under water image pre-processing", in C. Gervaise, A. Khenchaf (éd.), *Caractérisation du Milieu Marin (CMM '06)* (Actes de conférence; Brest 16-19 October 2006) (*Traitement du Signal*, 25, Numéro Spécial 1-2), pp. 45-54.

Bazzanella, Mayr 1999: M. Bazzanella, A. Mayr, *Tessuti e intrecci dall'insediamento di Lucone di Polpenazze (Polpenazze del Garda - Brescia)* (*Annali del Museo della Valle Sabbia,* vol. 17), Gavardo.

Bonaduce *et al.* 2016: I. Bonaduce, E. Ribechini, F. Modugno, M.P. Colombini, "Analytical Approaches Based on Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC/MS) to Study Organic Materials in Artworks and Archaeological Objects", in *Topics in Current Chemistry* 374, 6, pp. 291-327.

Bryson *et al.* 2012: M. Bryson, M. Johnson-Roberson, O. Pizarro, S. Williams, "Colour-consistent structure-from-motion models using underwater imagery", in *Science and Systems 7*, pp. 1-8.

Buchner 1936-37: G. Buchner, "Nota preliminare sulle scoperte preistoriche nell'isola d'Ischia", in *BPI n.s.* I, pp. 65-93.

Buchner *et al.* 1978: G. Buchner, M. Marazzi, S. Tusa, A. Cazzella, F. di Gennaro, A. Zarattini, "L'isola di Vivara. Nuove ricerche", in *PP* 33, pp. 197-237.

Camps 1988: G. Camps, *Terrina et le terrinien. Recherches sur le chalcolithique de la Corse* (*Collection de l'École française de Rome* 109), Roma.

Carannante *et al.* 2003: A. Carannante, S. Chiliardi, A. Nappi, C. Pepe, F. Santo, "Indagini archeozoologiche sul sito dell'età del Bronzo di Vivara - Punta d'Alaca, Procida (NA): risultati preliminari", in G. Malerba, P. Visentini (a cura di), *Atti del IV Convegno Nazionale di Archeozoologia* (Pordenone 2003), Pordenone, pp. 215-222.

Carannante *et al.* 2010: A. Carannante, S. Chilardi, C. Pepe, L. Pontieri, G. Trojsi, "Lo sfruttamento delle risorse locali nel sito dell'età del Bronzo di Vivara-Punta d'Alaca (Procida, Napoli). Il contributo delle discipline bioarcheologiche, geoarcheologiche e archeometriche", in A. Ciarallo, M.R. Senatore (a cura di), *Scienze Naturali e Archeologia*, Roma, pp. 57-61.

Cazzella 2016: A. Cazzella, "Vivara (Procida), Punta di Mezzogiorno", in *ScAnt* 22, pp. 97-108.

Cazzella, Moscoloni 1991: A. Cazzella, M. Moscoloni, "Gli scavi della Punta di Mezzogiorno", in Marazzi, Tusa 1991a, pp. 48-74.

Cazzella, Moscoloni 1994: A. Cazzella, M. Moscoloni, "I contesti di rinvenimento e il significato della presenza delle ceramiche d'importazione e di alcuni reperti metallici alla Punta Mezzogiorno", in Marazzi, Tusa 2001, pp. 107-116.

Cazzella, Recchia 2007: A. Cazzella, G. Recchia, "Elementi funzionali e uso dello spazio nelle strutture abitative dell'età del Bronzo a Vivara-Punta di Mezzogiorno", in *Strategie di insediamento fra Lazio meridionale e Campania in età preistorica e protostorica* (Atti della XL Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, vol. II; Roma-Napoli-Pompei 2005), Firenze, pp. 719-731.

Cazzella *et al.* 1982: A. Cazzella, I. Damiani, F. di Gennaro, M. Marazzi, M. Moscoloni, M. Pacciarelli, L. Re, A. Saltini, S. Tusa, A. Valente, "Isola di Vivara (Procida, Napoli)", in *Magna Grecia e Mondo Miceneo*, 2. *Nuovi Documenti* (XXII Convegno di Studi sulla Magna Grecia; Taranto 1982), Taranto, pp. 141-154.

Cazzella *et al.* 1997: A. Cazzella, S.T. Levi, J.L. Williams, "The Petrografic Examination of Impasto Pottery from Vivara and the Aeolian Islands: A Case for Inter-Island Pottery Exchange in the Bronze Age of Southern

Italy", in *Origini* 21, pp. 187-205.

Charters *et al.* 1993: S. Charters, R.P. Evershed, L.J. Goad, A. Leyden, P.W. Blinkhorn, V. Denham, "Quantification and Distribution of Lipid in Archaeological Ceramics: Implications for Sampling Potsherds for Organic Residue Analysis and the Classification of Vessel Use", in *Archaeometry* 35, pp. 211-223.

Contu 1983: E. Contu, "Alcuni problemi cronologici della preistoria sarda nel contesto mediterraneo", in *Archivio Storico Sardo* XXXIII, pp. 91-102.

Crepaldi, Traverso 2009: F. Crepaldi, A. Traverso, "Filo e fuso: tradizione diretta e sperimentazione in relazione ai dispositivi per la filatura della lana", in *Origini* 31, pp. 155-176.

Cultrone *et al.* 2018: G. Cultrone, A. De Bonis, F. Izzo, A. Langella, M. Mercurio, V. Morra, A. Santoriello, S. Siano, C. Grifa, C. Germinario: "The Combined Use of Spectroscopic Techniques for the Characterisation of Late Roman Common Wares from Benevento (Italy)", in *Measurement* 114, pp. 515-525.

Damiani, di Gennaro 2003: I. Damiani, F. di Gennaro, "La Facies di Punta d'Alaca di Vivara nel quadro dello sviluppo dei contatti tirrenici nell'età del Bronzo", in *Le comunità della Preistoria italiana. Studi e ricerche sul Neolitico e le Età dei metalli* (Atti della XXXV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria; Castello di Lipari, Chiesa di S. Caterina 2000), Firenze, pp. 621-630.

Damiani, di Gennaro 2016: I. Damiani, F. di Gennaro, "Vivara-Procida. Fase di Punta d'Alaca e aspetto appenninico di Punta Capitello (BM2 e BM3)", in *ScAnt* 22, 2, 109-130.

Damiani *et al.* 1984: I. Damiani, M. Pacciarelli, A.C. Saltini, "Le facies archeologiche dell'isola di Vivara e alcuni problemi relativi al Protoappeninico B", in *AIONArch* 6, pp. 1-38.

De Bonis *et al.* 2016: A. De Bonis, S. Febbraro, C. Germinario, D. Giampaola, C. Grifa, V. Guarino, A. Langella, V. Morra, "Distinctive Volcanic Material for the Production of Campana A Ware: The Workshop Area of Neapolis at the Duomo Metro Station in Naples, Italy", in *Geoarchaeology* 31, pp. 437-466.

Di Giuseppe 2012: H. Di Giuseppe, "Lanifici e strumenti della produzione nell'Italia centromeridionale", in M.S. Busana, P. Basso (a cura di), *La lana nella Cisalpina Romana: economia e società. Studi in onore di Stefania Pesavento Mattioli* (Atti del convegno; Padova-Verona 2011) (*Antenor Quaderni* 27), Padova, pp. 479-496.

Dudd, Evershed 1999: S.N. Dudd, R.P. Evershed, "Evidence for Varying Patterns of Exploitation of Animal Products in Different Prehistoric Pottery Traditions Based on Lipids Preserved in Surface and Absorbed Residues", in *JASc* 26, pp. 1473-1482.

Eerkens 2002: J. Eerkens, "The Preservation and Identification of Pinhon Resins by GC-MS in Pottery from the Western Great Basin", in *Archaeometry* 44, pp. 95-105.

Ehrenreich 1991: R.M. Ehrenreich, "Archaeometallurgy and Archaeology: Widening the Scope", in P.D. Glumac (a cura di), *Recent Trends in Archaeometallurgical Research*, Philadelphia, pp. 55-62.

Evershed 2008: R.P. Evershed, "Organic Residue Analysis in archaeology: The Archeological Biomarker Revolution", in *Archaeometry* 50, pp. 895–924.

Furumark 1941: A. Furumark, *The Mycenaean pottery. Analysis and classification*, Stockholm.

Giardino 1998a: C. Giardino, "Tyrrhenian Italy and Sicily in the Protohistoric Metal Trade Across the Mediterranean: An Archaeometallurgical Outline", in C. Mordant, M. Pernot, R. Rychner (sous dir.), *L'atelier du bronzier en Europe du XXème au VIIIème siècle avant notre ère* (Actes du colloque international "Bronze 96"; Neuchâtel-Dijon 1996), II, Paris, pp. 157-167.

Giardino 1998b: C. Giardino, "Ricerche archeometallurgiche nell'isola di Vivara", in C. D'Amico, C. Albore Livadie (a cura di), *Le Scienze della Terra e l'Archeometria* (Atti della IV Giornata delle Scienze della Terra e dell'Archeometria; Napoli 1997), Napoli, pp. 39-43.

Giardino 2001a: C. Giardino, "Metalli e attestazioni metallurgiche", in Marazzi, Tusa 2001, pp. 300-303.

Giardino 2001b: C. Giardino, Archeometallurgia a Vivara, in C. Pepe (a cura di), *La ricerca archeologica a Vivara e le attività dei laboratori dell'Istituto Universitario Suor Orsola Benincasa*, Napoli, pp. 59-63.

Giardino *et al.* 2011: C. Giardino, G.F. Guidi, G. Trojsi, "Le attività metallurgiche nell'isola di Vivara (Napoli) durante il Bronzo Medio: le evidenze delle scorie", in C. Giardino (a cura di), *Archeometallurgia: dalla conoscenza alla fruizione* (Atti del *workshop*; Lecce 2006), Bari, pp. 111-119.

Giardino, Zappatore c.s.: C. Giardino, T. Zappatore, "La pesca nel Salento fra antichità e presente: evidenze archeologiche ed etnoarcheologiche", in *Studi e ricerche in memoria di Cosimo Pagliara*, c.s.

Gigante, Ridolfi 2005: G.E. Gigante, S. Ridolfi, "La tecnica della Fluorescenza a raggi x", in G.E. Gigante, M. Diana (a cura di), *Metodologie fisiche non distruttive per le indagini sui Beni Culturali*, Roma, pp. 171-201 (http://www.sbai.uniroma1.it/~giovanni.gigante/Materiale_didattico/La%20Fluorescenza%20dei%20raggi%20x.pdf, ultimo accesso, 03 dicembre 2020).

Gleba 2008: M. Gleba, *Textiles production in Pre-Roman Italy*, Oxford.

Greco, Laffineur 2005: E. Greco, R. Laffineur (eds.), *Emporia: Aegeans in the Central and Eastern Mediterranean* (Proceedings of the 10th International Aegean Conference; Athens 2004) (*Aegaeum 25*), Liège.

Grifa *et al.* 2013: C. Grifa, A. De Bonis, A. Langella, M. Mercurio, G. Soricelli, V. Morra, "A Late Roman Ceramic Production from Pompeii", in *JASc* 40, pp. 810-826.

Jones *et al.* 2014: R. Jones, S. Levi, M. Bettelli, L. Vagnetti, *Italo-Mycenaean Pottery: The Archaeological and Archaeometric Dimensions*, Roma.

Jung *et al.* 2011: R. Jung, M. Mehofer, E. Pernicka, "Metal Exchange in Italy from the Middle to the Final Bronze Age (14th–11th Century B.C.E.)", in P. Betancourt, S.C. Ferrence (eds.), *Metallurgy: Understanding How, Learning Why. Studies in Honor of James D. Muhly*, Philadelphia, pp. 231-248.

Liu 1978: R. Liu, "Spindle Whorls Part 1: Some Comments and Speculations", in *The Bead Journal* 3, pp. 87- 103.

Maggiulli 2017: G. Maggiulli, "I manufatti metallici dai livelli dell'età del Bronzo del SAS IX di Roca (Le)", in F. Radina (a cura di), *Preistoria e Protostoria della Puglia* (Atti della XLVII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria; Ostuni 9-13 ottobre 2012) (*Studi di Preistoria e Protostoria* 4), pp. 989-992.

Marazzi 1982: M. Marazzi, "Le importazioni ceramiche egeo-micenee dall'isola di Vivara", in *Magna Grecia e Mondo Miceneo.* 1. *Atti del XXII Convegno di Studi sulla Magna Grecia* (Taranto 1982), Taranto, pp. 158-187.

Marazzi 1985: M. Marazzi, "L'insediamento preistorico di Vivara: le importazioni egeo-micenee", in E. Pozzi (a cura di), *Napoli Antica* (Catalogo della Mostra; Napoli 1985), Napoli, pp. 35-50.

Marazzi 1986: M. Marazzi, "Importazioni egeo-micenee dall'isola di Vivara (Procida)", in Marazzi *et al.* 1986, pp. 155-161.

Marazzi 1988: M. Marazzi, "La più antica marineria micenea in Occidente", in *DialA* 3a Serie, Anno 6/1, pp. 5-22.

Marazzi 1993a: M. Marazzi, "Brevi note sulle ceramiche greco-egee", in *Origini* 17, pp. 402-404.

Marazzi 1993b: M. Marazzi, "The Early Aegean-Mycenaean Presence in the Gulf of Naples: Past and Recent Discoveries", in Zerner *et al.* 1993, pp. 335-342.

Marazzi 1998: M. Marazzi, "I siti di Monte Grande e Vivara: due capisaldi delle più antiche frequentazioni egee in Occidente", in G. Castellana (a cura di), *Il santuario castellucciano di Montegrande e l'approvvigionamento dello zolfo nel Mediterraneo dell'età del Bronzo*, Palermo, pp. 320-331.

Marazzi 1999: M. Marazzi, "I Micenei a Vivara o i Micenei di Vivara? Un bilancio delle ricerche a vent'anni dall'inizio degli scavi", in V. La Rosa, D. Palermo, L. Vagnetti (a cura di), ἐπί πόντον πλαξόμενοι (*Simposio italiano degli Studi Egei dedicato a Luigi Bernabò Brea e Giovanni Pugliese Carratelli*; Roma 1998), Roma, pp. 415-421.

Marazzi 2003: M. Marazzi, "The Mycenaeans in the Western Mediterranean (17th-13th c. B.C.)", in N.C. Stampolidis (a cura di), *Ploes. Sea Routes… From Sidon to Huelva interconnections in the Mediterranean, 16th-6th c. B.C.*, Athens, pp. 223-230.

Marazzi 2016a: M. Marazzi, "Connessioni transmarine: Vivara e Pantelleria, dinamiche e cronologie dei più antichi contatti con le aree egee e levantine", in *ScAnt* 22, 2, pp. 131-148.

Marazzi 2016b: M. Marazzi, "Dai Micenei alla realtà virtuale", in *ARCHEO* 382, pp. 58-69.

Marazzi, Mocchegiani Carpano 1998: M. Marazzi, C. Mocchegiani Carpano, *Vivara. Un'isola al centro della storia*, Napoli.

Marazzi, Pepe 2018: M. Marazzi, C. Pepe, "Vivara e il Mediterraneo: dai sistemi di computo alle prime manifestazioni scrittorie", in *Bollettino di Archeologia Online*, IX, 2-3,

https://bollettinodiarcheologiaonline.beniculturali.it/wp-content/uploads/2019/07/2018_2-3_Marazzi_Pepe.pdf (ultimo accesso, 03 dicembre 2020).

Marazzi, Pepe 2020: M. Marazzi, C. Pepe, "I più antichi traffici marittimi verso l'Occidente Mediterraneo", in *Thalassa, meraviglie sommerse dal Mediterraneo. Saggi*, Napoli, pp. 145-152.

Marazzi, Tusa 1991a: M. Marazzi, S. Tusa (a cura di), *Vivara. Centro commerciale mediterraneo dell'età del bronzo*: *gli scavi dal 1976 al 1982*, vol. I, Roma.

Marazzi, Tusa 1991b: M. Marazzi, S. Tusa, "Relazione preliminare sui lavori nell'isola di Vivara negli anni 1986-87", in *DialA* 3a serie, 9/1-2, pp. 111-138.

Marazzi, Tusa 1994: M. Marazzi, S. Tusa (a cura di), *Vivara. Centro Commerciale mediterraneo dell'età del Bronzo*: *le tracce dei contatti con il mondo egeo (scavi 1976-1982)*, vol. II, Roma.

Marazzi, Tusa 2001: M. Marazzi, S. Tusa (a cura di), *Preistoria. Dalla Sicilia alle isole flegree* (Catalogo della mostra; Napoli 2001), Napoli.

Marazzi, Tusa 2005: M. Marazzi, S. Tusa, "Egei in Occidente: le più antiche vie marittime alla luce dei nuovi scavi sull'isola di Pantelleria", in Greco, Laffineur 2005, pp. 599-609.

Marazzi *et al.* 1986: M. Marazzi, S. Tusa, L. Vagnetti (a cura di), *Traffici micenei nel Mediterraneo. Problemi storici e documentazione archeologica* (Atti del Congresso Internazionale; Palermo 1984), Taranto.

Marazzi *et al.* 2008: M. Marazzi, C. Giardino, C. Pepe, "Vivara, Settlement of Punta d'Alaca, Naples, Italy. Late Helladic I-II, 16th-15th centuries B.C.", in Martlew *et al.* 2008, pp. 273-280.

Marazzi *et al.* 2017: M. Marazzi, L. Repola, N. Scotto di Carlo, "Vivara. From Prehistory to Digital Information", in C. Gambardella (a cura di), *World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation. Le Vie dei Mercanti* (XV International Forum; Napoli-Capri 2017), Napoli, pp. 13-22.

Martlew *et al.* 2008: H. Martlew, Y. Tzedakis, M.K. Jones (eds.), *Archaeology Meets Science: Biomolecular Investigations in Bronze Age Greece. The primary scientific evidence 1997-2003*, Oxford.

McCarthy, Benjamin 2014: J. McCarthy, J. Benjamin, "Multi-image Photogrammetry for Underwater Archaeological Site Recording: An Accessible, Diver-Based Approach", in *Journal of Maritime Archaeology* 9, pp. 95-114.

Melchiorre *et al.* 2020: C. Melchiorre, L. Dello Ioio, G. Ntasi, L. Birolo, G. Trojsi, P. Cennamo, M.R. Barone Lumaga, G. Fatigati, A. Amoresano, A. Carpentieri, "A multidisciplinary assessment to investigate a XXII dynasty wooden coffin", in *International Journal of Conservation Science* 11, pp. 25-38.

Merkouri 2005: Ch. Merkouri, "I contatti transmarini fra Occidente e mondo miceneo sulla base del materiale ceramico d'importazione rinvenuto a Vivara", in Greco, Laffineur 2005, pp. 611-621.

Merkouri 2010: Ch. Merkouri, "MH III/LH I Pottery from Vivara (Gulf of Naples, Italy). A contribution to the Understanding of an Enigmatic Period", in *Mesoelladika* (*BCH* Suppl. 52), Paris, pp. 1025-1039.

Mistretta 2004: V. Mistretta, "Fuseruole, rocchetti e pesi da telaio nel sito di Fonte Tasca (Archi). Un contributo all'individuazione di metodi e prodotti della filatura e tessitura nell'età del Bronzo finale", in *Origini* 16, 171-224.

Mocchegiani Carpano 2001: C. Mocchegiani Carpano, *Archeologia subacquea a Procida-Vivara*, Napoli.

Mocchegiani Carpano *et al.* 2020: C. Mocchegiani Carpano, M. Marazzi, C. Pepe, "Vivara-Procida: le indagini archeologiche subacquee", in *Thalassa, meraviglie sommerse dal Mediterraneo. Saggi*, Napoli, pp. 104-108.

Morra *et al.* 2010: V. Morra, D. Calcaterra, P. Cappelletti, A. Colella, L. Fedele, R. de' Gennaro, A. Langella, M. Mercurio, M. de' Gennaro, "Urban geology: Relationships between geological setting and architectural heritage of the Neapolitan area", in M. Beltrando, A. Peccerillo, M. Mattei, S. Conticelli, C. Doglioni (a cura di), *The Geology of Italy: Tectonics and Life Along Plate Margins* (*Journal of the Virtual Explorer*, Electronic Edition, 36, Paper 27), DOI: 10.3809/jvirtex.2010.00261 (ultimo accesso, 3 dicembre 2020).

Morra *et al.* 2013: V. Morra, A. De Bonis, C. Grifa, A. Langella, L. Cavassa, R. Piovesan, "Minero-Petrographic Study of Cooking Ware and Pompeian Red Ware (Rosso Pompeiano) from Cuma (Southern Italy)", in *Archaeometry* 55, pp. 852-879.

Mountjoy 1993: P.A. Mountjoy, *Mycenaean Pottery: An Introduction*, Oxford.

Mountjoy 1999: P.A. Mountjoy, *Regional Mycenaean Decorated Pottery*, Rahden.

Mountjoy 2008: P.A. Mountjoy, *The Johann Wolfgang Goethe University Collections: The Mycenaean and the Minoan Pottery*, Wiesbaden.

Musumeci *et al.* 2005: G. Musumeci, F. Mazzarini, G. Corti, M. Barsella, D. Montanari, "Magma Emplacement in a Thrust Ramp Anticline: The Gavorrano Granite (Northern Apennines, Italy)", in *Tectonics* 24, pp. 1-17.

Musumeci *et al.* 2008: G. Musumeci, F. Mazzarini, M. Barsella, "Pliocene Crustal Shortening on the Tyrrhenian Side of the Northern Apennines: Evidence from the Gavorrano Antiform (Southern Tuscany, Italy)", in *Journal of the Geological Society* 165, pp. 105-114.

O'Byrne *et al.* 2014: M. O'Byrne, V. Pakrashi, F. Schoefs, B. Ghosh, "A Comparison of Image Based 3D Recovery Methods for Underwater Inspections", in *7th European Workshop on Structural Health Monitoring (EWSHM)* (Proceedings of the meeting; Nantes, France 8-11 July 2014), https://hal.inria.fr/hal-01020414 (ultimo accesso, 3 dicembre 2020).

Pepe 2005: C. Pepe, "Il sito dell'età del Bronzo di Vivara-Punta d'Alaca", in M.C. Laurenti (a cura di), *Le coperture delle aree archeologiche-Museo Aperto*, Roma, pp. 125-128.

Pepe 2007: C. Pepe, *Archeologia tra progettazione e conservazione. L'esperimento Vivara*, Napoli.

Pepe 2016: C. Pepe, "Giare da trasporto e ceramiche d'importazione da Vivara: contenuti e provenienze", in *ScAnt* 22, 2, pp. 149-160.

Pepe 2018: C. Pepe, *Vivara. Storia e insediamenti archeologici*, Roma.

Peroni 1963: R. Peroni, *Inventaria Archeologica. Ripostigli dell'età dei metalli. 3, Ripostigli dell'Appennino umbro-marchigiano*, Firenze.

Peroni, Trucco 1994: R. Peroni, F. Trucco (a cura di), *Enotri e Micenei nella Sibaritide*, vol. I, Taranto.

Prabhakar, Praveen Kumar 2012: C.J. Prabhakar, P.U. Praveen Kumar, "3D Surface Reconstruction of Underwater Objects", in *International Journal of Computer Applications*, pp. 31-37, https://arxiv.org/abs/1211.2082 (ultimo accesso, 3 dicembre 2020).

Putignano *et al.* 2009: M.L. Putignano, A. Cinque, A. Lozei, C. Mocchegiani Carpano, "Late Holocene ground movements in the Phlegrean Volcanic District (Southern Italy): new geoarchaeological evidence from the islands of Vivara and Procida", in *Méditerranée* 112, pp. 43-50.

Putignano *et al.* 2012: M.L. Putignano, P.E. Orrù, M. Schiattarella, "Palaeoenvironmental Reconstruction of Holocene Coastline of Procida Island, Bay of Naples", in *Rendiconti Online Società Geologica Italiana* 21, pp. 1189-1191.

Re 1993: L. Re, "Early Mycenaean plain and coarse pottery ware from Italy", in Zerner *et al.* 1993, pp. 331-334.

Regert *et al.* 2001: M. Regert S. Colinart, L. Degrand, O. Decavallas, "Chemical Alteration and Use of Beeswax through Time: Accelerated Ageing Tests and Analysis of Archaeological Samples from Various Environmental Contexts", in *Archaeometry* 43, pp. 549-569.

Repola *et al.* 2015: L. Repola, R. Memmolo, D. Signoretti, "Instruments and Methodologies for the Underwater Tridimensional Data Musealization", in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 40, pp. 183-190.

Repola *et al.* 2018: L. Repola, N. Scotto di Carlo, D. Signoretti, J. Leidwanger, "Virtual Simulation of a Late Antique Shipwreck at Marzamemi, Sicily: Integrated Processes for 3D Documentation, Analysis and Representation of Underwater Archaeological Data", in *Archaeological Prospection* 25, pp. 99-109.

Rothermel *et al.* 2012: M. Rothermel, K. Wenzel, D. Fritsch, N. Haala, "SURE: Photogrammetric Surface Reconstruction from Imagery", in *Proceedings LC3D Workshop* (Berlin 4-5 December 2012), Berlin, pp. 1-7.

Sandars 1961: N.K. Sandars, "The first Aegean Swords and their Ancestry", in *AJA* 65, pp. 17-29.

Sandars 1963: N.K. Sandars, "Later Aegenian Swords", in *AJA* 67, pp. 117-153.

Scheuermeier 1980: P. Scheuermeier, *Il lavoro dei contadini. Cultura materiale e artigianato rurale in Italia e nella Svizzera italiana e retroromanza*, vol. 2, Milano.

Serafino *et al.* 2010: F. Serafino, C. Lugni, F. Soldovieri, "A Novel Strategy for the Surface Current Determination from Marine X-Band Radar Data", in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 7, pp. 231-235.

Snavely *et al.* 2006: N. Snavely, S.M. Seitz, R. Szeliski, "Photo tourism: exploring photo collections in 3D", in *ACM Transactions on Graphics* 25, 3, pp. 835-846

Snavely *et al.* 2008: N. Snavely, S.M. Seitz, R. Szeliski, "Modeling the World from Internet Photo Collections", in *International Journal of Computer Vision* 80, pp. 189-210.

Stos Gale, Gale 2010: Z.A. Stos Gale, N.H. Gale, "Bronze Age Metal Artefacts Found on Cyprus - Metal from Anatolia and the Western Mediterranean", in **TrabPrehist* 67, 2, pp. 299-403.

Taylour 1958: W. Taylour, *Mycenaean Pottery in Italy and Adjacent Areas*, Cambridge.

Terry, Chilingar 1955: R.D. Terry, G.V. Chilingar, "Summary of 'Concerning Some Additional Aids in Studying Sedimentary Formations' by Shvetsov M. S.", in *Journal of Sedimentary Petrology* 25, pp. 229-234.

Tzedakis, Martlew 1999: Y. Tzedakis, H. Martlew (a cura di), *Minoans and Micenaeans: Flavours of their Time*, Athens.

Veneziano 2010: M. Veneziano, "Dalle fibre ai filati: la filatura in un sito dell'eneolitico abruzzese, Le Coste (AQ")", in *Gradus* 5.1, pp. 99-104.

Zerner *et al.* 1993: C. Zerner, P. Zerner, J. Winder (a cura di), *Wace and Blegen. Pottery as Evidence for Trade in the Aegean Bronze Age, 1939-1989* (Proceedings of the International Conference; American School of Classical Studies at Athens 1989), Amsterdam.

Ulteriore bibliografia di riferimento

Alberti, Bettelli 2005: L. Alberti, M. Bettelli, "Contextual problems of Mycenaean pottery in Italy", in Greco, Laffineur 2005, pp. 547-559.

Benzi, Graziadio 1982: M. Benzi, G. Graziadio, "Note sulla provenienza delle ceramiche egee rinvenute in Italia meridionale", in M.L. Gualandi, L. Massei, S. Settis (a cura di), *ΑΠΑΡΧΑΙ Nuove ricerche e studi sulla Magna Grecia e la Sicilia antica in onore di P.E. Arias*, Pisa, pp. 19-33.

Bettelli 2002: M. Bettelli, *Italia meridionale e mondo miceneo. Ricerche su dinamiche di acculturazione e aspetti archeologici con particolare riferimento ai versanti adriatico e ionico della penisola italiana,* Firenze.

Bietti Sestieri 1985: A.M. Bietti Sestieri, "Contact, Exchange and Conflict in the Italian Bronze Age: The Myceneans on the Tyrrenian Coasts and Island", in *Papers in Italian Archaeology IV, Pattern in Protohistory*, Cambridge, pp. 305-337.

Burns 2010: B.E. Burns, *Mycenaean Greece, Mediterranean Commerce and the Formation of Identity*, Cambridge.

Canciani *et al.* 2002: M. Canciani, P. Gambogi, F.G. Romano, G. Cannata, P. Drap, "Low cost digital photogrammetry for underwater archaeological site survey and artifact insertion. The case study of Dolia wreck in Secche della Meloria-Livorno-Italia", in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 34, pp. 95-100.

Deleuze 1997: G. Deleuze, *Differenza e Ripetizione*. Milano.

Dickinson 1970: O.T.P.K Dickinson, *The Origins and Development of Early Mycenaean Culture*, Oxford.

Dickinson 1974: O.T.P.K Dickinson, "The Definition of Late Helladic I", in *BSA* 69, pp. 109-120.

Dickinson 1977: O.T.P.K Dickinson, *The origins of Mycenean Civilisation*, Göteborg.

Dietz 1991: S. Dietz, *The Argolid at the Transition to the Mycenaean Age,* Copenhagen.

Fulton *et al.* 2016: C. Fulton, A. Viduka, A. Hutchison, J. Hollick, A. Woods, D. Sewell, S. Manning, "Use of Photogrammetry for Non-Disturbance Underwater Survey: An Analysis of in situ Stone Anchors Advances", in *Archaeological Practice* 4, pp. 17-30.

Fusiello 2006: A. Fusiello, *Elements of Geometric Computer Vision*, http://www.diegm.uniud.it/fusiello/teaching/mvg/cism2010.pdf (ultimo accesso, 3 dicembre 2020).

Garcin 1770: *Dizionario di commercio dei signori fratelli Savary, che comprende la cognizione delle merci d'ogni paese; ovvero i principali, e i nuovi articoli risguardanti il commercio, l'economia rurale, le finanze, le arti, le manifatture, le fabbriche, la mineralogia, le droghe, le piante, le gemme ec. ec., accresciuto di varj importantissimi articoli, tratti dall'Enciclopedia, e dalle Memorie dell'accuratissimo mr. Garcin*, Venezia.

Graziadio 1998: G. Graziadio, "Trade Circuits and Trade-Routes in the Shaft Grave Period", in *SMEA* 40, 1, pp. 29-76.

Graziadio 2000: G. Graziadio, "L'Egeo e l'Italia nel periodo delle tombe a fossa", in G. Castellana (a cura di), *La cultura del Medio Bronzo nell'agrigentino ed i rapporti con il mondo miceneo*, Palermo, pp. 246-263.

Green *et al.* 2002: J. Green, S. Matthews, T. Turanli, "Underwater Archaeological Surveying Using PhotoModeler, Virtual Mapper: Different Applications for Different Problems", in *International Journal of Nautical Archaeology* 31, pp. 283-292.

Henderson *et al.* 2013: J. Henderson, O. Pizarro, M. Johnson-Roberson, I. Mahon, "Mapping Submerged Archaeological Sites Using Stereo-Vision Photogrammetry", in *International Journal of Nautical Archaeology* 42, pp. 243-256.

Li Vigni 2009: V.P. Li Vigni (a cura di), *Le vie del Mare* (Catalogo Mostra itinerante nel Mediterraneo), Palermo.

Ludeno *et al.* 2015: G. Ludeno, F. Reale , F. Dentale, E.P. Carratelli , A. Natale , F. Soldovieri , F. Serafino, "An x-Band Radar System for Bathymetry and Wave Field Analysis in a Harbour Area", in *Sensors* 15, pp. 1691-1707.

Marazzi 2014: M. Marazzi, "Prima dei Fenici: i Micenei nel Mediterraneo fra espansione e collasso", in A. Accardi (a cura di), *Ricordando Braudel: Mediterraneo, un mare condiviso* (Atti delle giornate di studio; Palermo 2006), pp. 65-86.

Martorelli *et al.* 2014: M. Martorelli, C. Pensa, D. Speranza, "Digital photogrammetry for documentation of maritime heritage", in *Journal of Maritime Archaeology* 9, pp. 81-93.

Rutter 2014: J.B. Rutter, "The Canaanite transport amphora within the Late Bronze Age Aegean", in D. Nakassis, J. Gulizio and S.A. James (a cura di), *KE-RA-ME-JA: Studies Presented to Cynthia W. Shelmerdine*, Philadelphia, pp. 53-70.

Rutter, Rutter 1976: J.B. Rutter, S.H. Rutter, *The Transition to Mycenaean. A stratified Middle Helladic II to late Helladic IIA Pottery sequence from Ayos Stephanos in Lakonia*, Los Angeles.

Serafino *et al.* 2012: F. Serafino, C. Lugni, G. Ludeno, D. Arturi, M. Uttieri, B. Buonocore, E. Zambianchi, G. Budillon, F. Soldovieri, "REMOCEAN: a Flexible X Band Radar System for Sea State Monitoring and Surface Current Estimation", in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 9, pp. 822-826.

Vagnetti 1991: L. Vagnetti, "Le ceramiche egeo-micenee. Appendice III", in L. Bernabò Brea, M. Cavalier (a cura di), *Meligunìs-Lipára VI. Filicudi: insediamenti dell'Età del Bronzo*, Palermo, pp. 261-305.

Vagnetti 1993: L. Vagnetti, "Mycenaean Pottery in Italy: Fifty Years of Study", in Zerner *et al.* 1993, pp. 143-154.