

DALLO SCAVO ALLA RICOSTRUZIONE 3D: L'APPLICAZIONE DELL'EXTENDED MATRIX ALLA VILLA DI SAN MARCO (ISOLA D'ELBA)

1. INTRODUZIONE

Il sito di San Marco si colloca lungo la costa settentrionale dell'Isola d'Elba, all'interno della rada di Portoferraio, alle pendici del promontorio su cui sorge la monumentale villa delle Grotte (Fig. 1). Le indagini dell'Università di Siena (2012-2019; CAMBI *et al.* 2024) hanno portato alla luce parte di una villa romana (Fig. 2), costruita a pochi metri dal mare e hanno approfondito numerosi aspetti del sito, dalla stratigrafia allo studio dei materiali, dall'archeobotanica alle analisi archeometriche, consentendo di formulare ipotesi sull'aspetto originario della villa e sul paesaggio circostante¹. Tutti questi dati sono stati raccolti e rielaborati con la finalità di una ricostruzione 3D del complesso nella sua ultima fase di vita (MENDOLIA, SGROMO 2024).

Il presente contributo si propone di approfondire i dati già pubblicati, con l'obiettivo di arricchire la ricostruzione 3D dell'edificio, in particolare per quanto riguarda l'approccio metodologico e il tipo di elaborazione dei dati. Infatti, una volta completata la ricostruzione, è emersa l'esigenza di mostrare il ragionamento e l'elaborazione dei dati archeologici che sono stati alla base della formulazione delle ipotesi. Dopo una breve rassegna sul contesto e sulla storia del sito, si mostrerà come l'applicazione del metodo dell'Extended Matrix (EM) abbia aiutato a raggiungere questo obiettivo, raccogliendo all'interno di un unico "diagramma" tutte le informazioni necessarie e soprattutto rendendole visibili attraverso la visualizzazione dei nodi (cfr. §2).

2. IL CONTESTO, TRA STORIA E ARCHEOLOGIA

Lo scavo di San Marco ha permesso di approfondire le conoscenze riguardanti il ciclo siderurgico antico (BENVENUTI, CORRETTI 2024; CORRETTI 2024). Le ricognizioni hanno portato all'identificazione di enormi quantità di scorie di ferro, di frammenti di minerale di ematite e di reperti databili tra la fine del III e il I secolo a.C., mentre le prospezioni geomagnetiche hanno messo in rilievo numerose e consistenti anomalie, che lasciavano prefigurare,

¹ Le elaborazioni prodotte nel presente contributo si basano sui dati dell'edizione scientifica dello scavo della villa romana di San Marco (CAMBI *et al.* 2024). Gli ultimi venti anni hanno fatto registrare sensibili passi avanti nella conoscenza del territorio di Populonia e dell'arcipelago Toscano grazie a ricognizioni, scavi, studi su diverse classi di reperti, anche epigrafici. Una sintesi sui paesaggi antichi dell'Isola d'Elba è in PAGLIANTINI 2019, con ampia bibliografia precedente.



Fig. 1 – Localizzazione del sito di San Marco nella rada di Porto Cervo (elab. C. Mendolia).

nell'area compresa fra la villa e il mare, la presenza di stratificazioni e attività connesse con il fuoco (CERRI 2024).

La realtà emersa all'atto dell'apertura dello scavo, nel 2012, differiva sensibilmente da quanto si era potuto sino ad allora inferire. Le anomalie geofisiche erano confermate dalle aree di magnetismo residuale prodotte da episodi di forte surriscaldamento. Tuttavia, questi erano frutto di due fattori: la presenza dei *dolia defossa* nel terreno e gli effetti del devastante incendio che aveva distrutto l'edificio residenziale nella prima metà del I secolo d.C. I forni, che devono esserci stati prima della villa, date le quantità di scorie e di minerale, devono, dunque, ancora essere trovati (PAGLIANTINI, VANNI 2024, 55-63). La conclusione della fase intensiva della metallurgia si colloca, in ogni caso, verso la fine del II-primi decenni del I secolo a.C.: un cambiamento epocale, che potrebbe essere riflesso dai passi della *Storia Naturale* (III, 138; 33, 78; 34, 41; 37, 202) nei quali Plinio ricorda un "vecchio" senatoconsulto che stabiliva la chiusura delle miniere sul territorio della penisola². Chiusa la colossale fase di accumulazione di potere e di ricchezze, ha così inizio una fase nuova.

Dal punto di vista tipologico la piccola villa di San Marco rientra nella lunga tradizione delle dimore rurali che affonda le sue radici già in epoca

² La bibliografia sull'argomento è vastissima. Si veda: CAMBI 2021, 81-83; 2024, 36-41; PAGLIANTINI 2024a, 29-30, con bibliografia precedente.

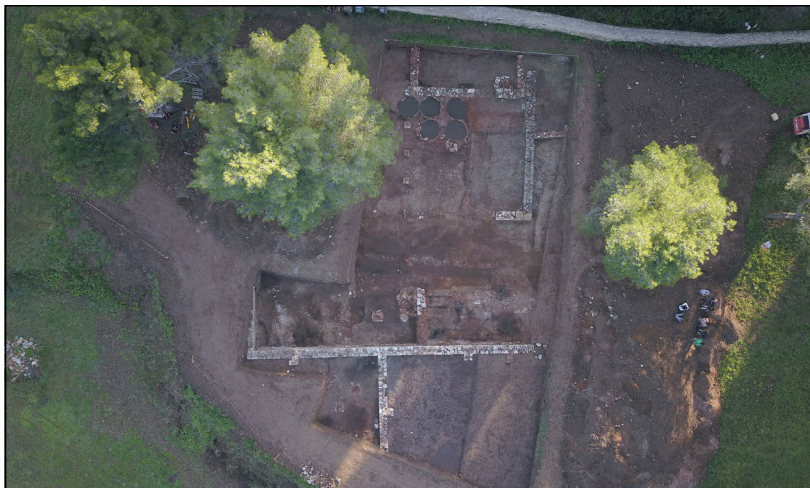


Fig. 2 – Foto da drone degli scavi di Podere San Marco durante la campagna 2019 (foto E. Vanni).

medio-repubblicana, con una corte centrale attorno alla quale si organizzano i diversi ambienti e le diverse funzioni³. Il piano terra appare esclusivamente destinato alla produzione agraria. Il primo piano aveva, invece, un carattere eminentemente residenziale. In questo contesto la *diligentia* (intesa come vocazione al buon coltivare) e il perseguimento del *fructus* appaiono nettamente prevalenti, con poco spazio per l'*otium* (consapevole godimento dei periodi trascorsi nel proprio *rus*) e nessuno per la *luxuria*. Ciò non significa, tuttavia, che la villa fosse semplicemente “rustica” (CAMBI 2018; CAMBI *et al.* 2024, 218-220). L'immagine del primo piano che scaturisce dall'analisi delle stratigrafie di crollo è, infatti, pienamente “urbana”. Pur sobrie, nella loro eleganza essenziale, le pavimentazioni in cocciopesto rosso con motivi a losanga, le decorazioni architettoniche in stucco e i frammenti delle pitture parietali rinviano infatti inequivocabilmente ad un livello urbano, in particolare al II stile iniziale della Casa dei Grifi sul Palatino (CAVARI 2024).

L'edificio mostra tre fasi edilizie (Fig. 3), distinte in base alla differenza di tecniche e materiali utilizzati (MENDOLIA, SGROMO 2024, 69-83). L'impianto della villa si colloca alla fine del II secolo a.C. (Fase I), con la costruzione

³ La natura del testo rende arduo sintetizzare il complesso stato degli studi e del dibattito in materia di ville romane. Si rinvia, per questo, a CAMBI *et al.* 2024, 217-222 e a due precedenti contributi nei quali si descrive il perimetro storico-archeologico dell'edificio elbano: CAMBI 2018 e 2023. San Marco si inserisce in un momento di attardamento o di consolidamento di un modello molto più antico, intermedio tra le Fasi 3 e 4 della nota “Villa dell'Auditorium” (CARANDINI *et al.* 2006; CAMBI 2018).

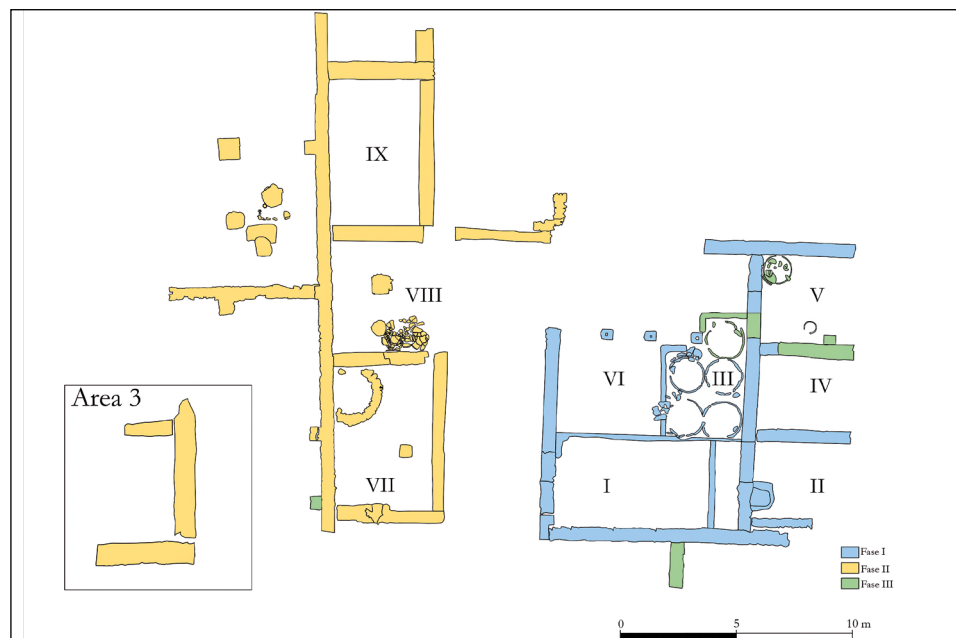


Fig. 3 – Pianta archeologica delle fasi edilizie della Villa di San Marco (elab. C. Mendolia, M.T. Sgromo).

dell'ala orientale, a cui si aggiunge, poco dopo, un secondo blocco lungo il lato O (Fase II). L'area su cui sorge l'edificio viene ampiamente bonificata e livellata dai cumuli di scorie di ferro prodotti dalla fase di intensa lavorazione metallurgica. Il rinvenimento di un piatto in ceramica a vernice nera di produzione Campana B (tipo Morel 2257b1 o 2286c), databile alla fine del II secolo a.C., al di sotto della fondazione di uno dei muri, potrebbe, intenzionalmente, sancire la fondazione dell'edificio e il *terminus post quem* per l'interruzione della lavorazione siderurgica nella rada di San Giovanni, con il cambio di destinazione dell'area (PAGLIANTINI, VANNI 2024). Le scorie di lavorazione, che i costruttori trovarono in abbondanza in tutta l'area, sono state utilizzate come piano preparatorio dei pavimenti in cocciopesto della villa. L'edificio tardo-repubblicano subisce nel corso del I secolo a.C. pochi rimaneggiamenti (Fase III) e viene distrutto verso la metà del I secolo d.C. da un incendio (CAMBI *et al.* 2019, 3-14; PAGLIANTINI, VANNI 2024). In seguito al crollo, sono poche e labili le tracce ascrivibili ad una fase di frequentazione successiva (Fase IV), da riferire verosimilmente ad operazioni di recupero del materiale edilizio della residenza (PAGLIANTINI, VANNI 2024, 64-65).

Pare consolidata la proprietà di questo edificio ai potenti Valeri, attivi tra la Val di Cornia e l'arcipelago Toscano per molto tempo. La prova indiretta

di questa pertinenza è rappresentata dai bolli su *instrumentum* (tegole e *do-lia*) bollati da Hermia, lo schiavo “manager” (forse anche *colendi peritus*?) di Valerio Messalla che provvede a completare la costruzione della villa per conto del suo *dominus* (PAGLIANTINI 2024b). San Marco, non rappresentando né una villa marittima canonica né una villa rustica in senso stretto, finisce con l'essere una sorta di ibrido, al momento privo di confronti puntuali stringenti che comprendano sia le caratteristiche intrinseche dell'edificio sia le sue connessioni con il contesto geografico (CAMBI *et al.* 2024, 218-220). L'equilibrio tra *diligentia* e *otium-delectatio* riflette la volontà dei proprietari di manifestare la propria appartenenza ad una élite, non riducibile a una banale ostentazione di ricchezza economica. Le sintassi decorative impiegate nel primo piano di San Marco (CAVARI 2024) rinviano ad una committenza sicuramente di elevato livello sociale e a maestranze tipiche di ambiti urbani egemoni. I confronti con le decorazioni della Casa dei Grifi rafforzano l'ipotesi di una connessione materiale e simbolica con il potere della Capitale. Volendo audacemente spingere oltre il ragionamento, si potrebbe ribaltarlo e congetturare, sulla base delle soluzioni decorative adottate nei due casi, l'appartenenza della prestigiosa *domus* urbana alla *gens Valeria* (PAGLIANTINI 2024b).

San Marco propone inoltre alcune anomalie tipologiche, strutturali e formali (CAMBI *et al.* 2024, 217-221). Seguendo un approccio sociologico al tema (WALLACE HADRILL 1988; LAURENCE, WALLACE-HADRILL 1997), che mira all'individuazione di assi di differenziazione tra zone nobili e zone umili dal punto di vista delle funzioni sociali, in questo caso sembra un riflesso della volontà del proprietario distinguere la *pars rustica* al piano terra dalla *pars urbana* al primo piano, mantenendo l'equilibrio tra gli spazi produttivi e quelli residenziali. Il carattere omogeneo (rigorosamente rustico) del piano terra non sembra presentare assi di differenziazione tra ricchezza e umiltà oppure tra *delectatio* e *diligentia*, tra *otium* e *negotium*. Al piano terra si trovano la cantina, le cucine e gli spazi produttivi, con pavimenti in terra battuta oppure in tavolati lignei. La differenziazione interviene, quindi, in senso verticale; ciò che fa sì che le prestigiose decorazioni parietali, gli stucchi, gli intonaci e i pavimenti si trovino esclusivamente al primo piano. Il problema è costituito dal fatto che del primo piano si conserva soltanto quello che è sopravvissuto alla disastrosa distruzione causata dall'incendio.

Come evidenziato da CAMBI *et al.* (2024, 221-222), «San Marco appare come l'esito storico di un periodo di straordinario dinamismo, iniziato nel Tirreno centrale e settentrionale con la forte pressione mercantile prima, militare poi, che caratterizza il periodo che va dallo scorcio del IV alla metà del III secolo a.C. e che vede la crescita esponenziale dello sfruttamento minerario e della produzione siderurgica, sia nel continente sia all'Elba. San Marco (e forse altri siti non del tutto dissimili) cambia completamente volto al paesaggio isolano. Possiamo, dunque, individuare un periodo di archeologia

e di storia del paesaggio che va a collocarsi tra la fine del II secolo a.C. e la metà del I secolo d.C.: in questo lungo arco di tempo vanno esaurendosi le *gentes* che erano state le protagoniste della romanizzazione dell'Etruria, sia dal punto di vista anagrafico sia dal punto di vista del ruolo che in vario modo avevano avuto nella costruzione dei paesaggi delle ville in vari comprensori dell'Italia romana».

Con il declino delle *gentes*, bene dimostrato dalla sostanziale scomparsa dell'insediamento sparso, cambia in maniera altrettanto radicale la composizione della società isolana (PAGLIANTINI 2024a). Ma questa è veramente un'altra storia.

F.C.

3. LA METODOLOGIA: DALLA STRATIGRAFIA AL VIRTUALE

La ricostruzione virtuale ha avuto ampia diffusione negli ultimi anni (STAROPOLI *et al.* 2023), specialmente nel campo della valorizzazione e della comunicazione archeologica. Ciò ha determinato un articolato dibattito in relazione sia al grado di affidabilità del dato, sia alle modalità di trasmissione visiva del valore scientifico di esso. Bisogna infatti considerare la ricostruzione tridimensionale non come una semplice visualizzazione, bensì come uno strumento per comprendere e gestire le informazioni (DEMETRESCU, FERDANI 2021; APOLLONIO 2024) oltre che come ulteriore mezzo di validazione di ipotesi già elaborate e che necessitano di essere verificate (HERMON, NIKODEM 2007; CLARK 2010; DEMETRESCU 2018). In breve, la ricostruzione tridimensionale è essa stessa momento di ricerca attiva e di verifica della bontà dei processi seguiti. Alla base di ogni processo ricostruttivo vi è un'indagine scientifica che si avvale di molteplici dati, che vanno comunicati secondo dei principi di trasparenza, ben espressi nella London Charter (<https://www.londoncharter.org>) e nei Principi di Siviglia (<https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf>), quest'ultimi convalidati nella 19° assemblea ICOMOS nel 2017 (ICOMOS 2017).

Il lavoro di ricostruzione va a colmare i vuoti esistenti negli edifici giunti fino a noi, procedendo attraverso la formulazione di ipotesi. La validità appare, dunque, estremamente variabile e dipende da quali dati, documenti e ragionamenti vi portiamo a sostegno. Nell'ottica della trasparenza, è quindi necessario che ogni nostra scelta venga esplicitata e resa evidente, così che ogni elemento della ricostruzione abbia un proprio valore. Su questo punto la comunità scientifica si è avvalsa di differenti approcci e tecnologie (OCCHIPINTI *et al.* 2025, 8-10), che hanno comportato una disparità e una divergenza nella visualizzazione del dato. In generale, i metodi più diffusi prevedono l'uso di una scala cromatica, in cui ogni colore è legato a un grado di validità scientifica. Si citano tra gli esempi più diffusi la “scale of uncertainty”

elaborata da F. Apollonio e applicata nel progetto CoVHer Erasmus+ per la ricostruzione dei beni architettonici (APOLLONIO 2016; FOSCHI *et al.* 2024), e la “escala de evidencia histórico-arqueológica” proposta da P. Aparicio e C. Figueiredo (APARICIO RESCO, FIGUEIREDO 2016; CÁCERES-CRIADO *et al.* 2022), basata sulla scomposizione della ricostruzione in RU (Reconstructive Units) e l'attribuzione ad ognuna di un valore. Entrambi i metodi si fondano sui diversi gradi di affidabilità e sul tipo di fonte a sostegno della ricostruzione, partendo da ciò che è ancora conservato *in situ*, per poi passare agli elementi comprovati da vari tipi di documentazione e per arrivare, infine, al grado minore di affidabilità senza fonti a sostegno.

Da questo dibattito nasce l'Extended Matrix di E. Demetrescu, anch'esso fondato sull'applicazione di una scala cromatica, ma che trae le sue radici da un linguaggio formale basato sulla visualizzazione di elementi base (i nodi), secondo un approccio stratigrafico (DEMETRESCU 2018). I concetti classici del matrix di Harris sono stati di fatto “estesi” così da includere gli elementi ricostruiti e le fonti di validazione del dato all'interno del diagramma stratigrafico (DEMETRESCU 2018; DEMETRESCU, FERDANI 2021). Ad ogni elemento della ricostruzione viene assegnata un'unità, a cui corrisponde anche un oggetto virtuale. Ogni unità è collegata a proprietà (ad es. materiale, posizione, geometria, etc.), ognuna delle quali determina il livello di certezza attraverso l'impiego di documenti contenenti le fonti. Questi ultimi non sono rappresentati da un colore, ma vengono validati attraverso le “linee dei paradati” (DEMETRESCU 2021).

Al pari della normale stratigrafia archeologica, anche le unità virtuali sono disposte nel matrix secondo dei principi di relazioni fisiche e temporali. Il risultato finale comporta anche la rappresentazione dei nodi suddivisi per fase e periodo. La rappresentazione formale di ogni Unità Stratigrafica in 3D avviene poi attraverso una forma semplificata, il proxy, il quale viene modellato all'interno della scena di Blender, un software che attraverso il tool EM permette la visualizzazione della Matrice Estesa, elaborata precedentemente all'interno del graph-editor yED (DEMETRESCU, FANINI 2017)⁴.

Il metodo dell'EM è stato applicato alla ricostruzione della villa di San Marco (Fig. 4)⁵, per permettere una chiara e trasparente lettura del dato, anche attraverso la semplice visualizzazione. Nel caso preso in esame sono stati impiegati i seguenti nodi, distinti con un colore differente in base al grado di affidabilità del dato: in rosso le Unità Stratigrafiche (SU); in verde

⁴ Il metodo dell'EM comporta l'utilizzo di soli software open-source, quali Blender e il graph-editor yED. Per ulteriori approfondimenti sul tema e sull'applicazione del metodo si rimanda a DEMETRESCU, FANINI 2017; DEMETRESCU 2021.

⁵ Si rimanda alla precedente pubblicazione per i dettagli sulle fonti e le ipotesi alla base dei singoli elementi della ricostruzione cfr. MENDOLIA, SGROMO 2024.

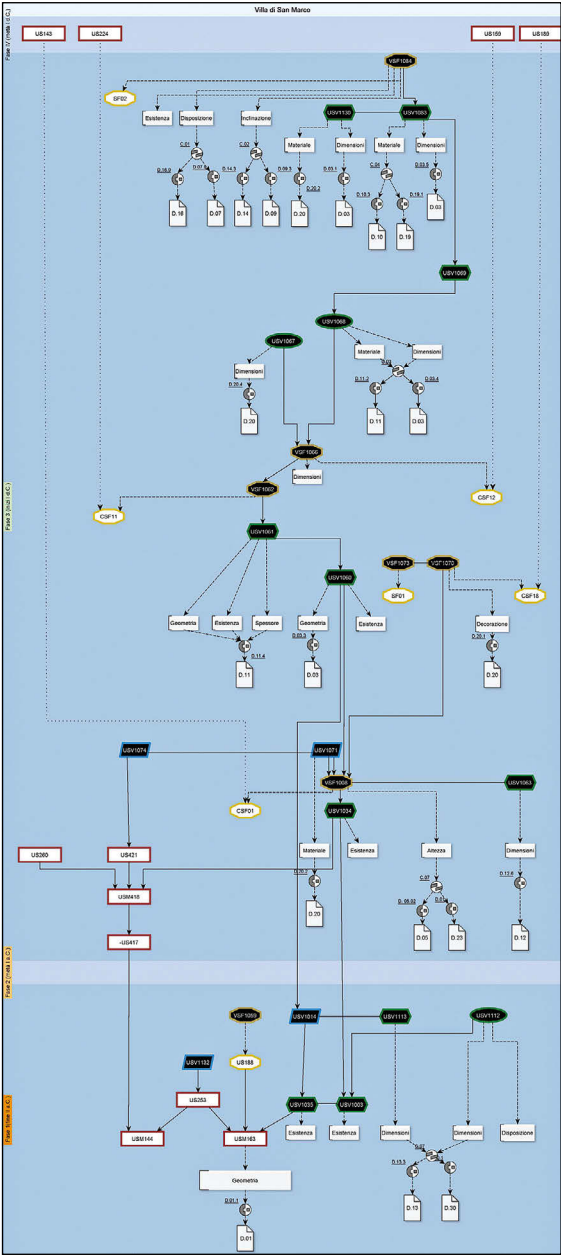


Fig. 4 – Rappresentazione grafica in yED dell’Extended Matrix per la ricostruzione dell’ambiente V (elab. C. Mendolia, M.T. Sgromo).

le Unità Stratigrafiche Virtuali (USV) di cui non si ha certezza che esistano, ma sono ricostruite per deduzione; in blu le USV con un alto grado di certezza, ricostruite a partire da un elemento rinvenuto *in situ*; in giallo chiaro lo Special Find (SF), ovvero un oggetto rinvenuto fuori contesto; in giallo scuro le Virtual Special Find (VSF), ovvero la ricostruzione ipotetica di uno Special Find attraverso un processo di anastilosi (DEMETRESCU 2021).

Nel caso della villa di San Marco, i crolli rappresentano l'origine della maggior parte delle informazioni. Le strutture in terra cruda, come ad esempio gli elevati, al pari di tutte le porzioni lignee, come solai e pavimenti, sono state cotte o bruciate e spesso fortemente alterate dall'incendio che ne ha causato il crollo. Tuttavia, esse rimangono ben riconoscibili all'interno della stratigrafia, dando notizia di ciò che non è più visibile in alzato. Il grado di attendibilità che deriva da questo tipo di fonte è piuttosto elevato, in quanto si conosce la provenienza di molti elementi rinvenuti.

Per tale motivo si è ritenuto opportuno rendere in maniera chiara il legame tra la ricostruzione e la stratigrafia dei crolli, distinguendo gli elementi ricostruiti su questa base. San Marco è stato uno dei primi casi su cui sperimentare la resa di questi elementi all'interno della Matrice Estesa e nella rappresentazione visuale nella scena 3D, cercando di adottare una soluzione compatibile con le funzioni presenti nella versione 1.4 dell'EM⁶. Il nostro punto di partenza sono state le Unità Stratigrafiche di crollo/disfacimento, collocate nell'ultima fase della villa. Ognuna di esse è riferibile a un elemento strutturale degli edifici che era presente nella sua posizione originaria durante la "fase di vita" del complesso.

Per rappresentare questo elemento all'interno dell'EM è stato utilizzato il nodo SF, il quale però assume in questo caso un valore aggiuntivo. Questo particolare SF prende le sue proprietà direttamente dall'US di riferimento e mostra una maggiore affidabilità, in quanto la stratigrafia ci dà certezza della sua esistenza, oltre che informazioni sulla sua posizione, da ricondurre alle strutture rinvenute *in situ*. Il passaggio tra l'US e il SF implica la "ricomposizione" e "ricollocazione" dell'elemento, che viene espresso attraverso il "Dotted Connector", che permette attraverso una linea punteggiata di creare un collegamento diretto tra l'US e la sua trasformazione, rappresentando così lo stesso elemento e ricollocandolo in una posizione differente come parte di un'anastilosi (<https://www.extendedmatrix.org/download>). Questo elemento ci permette di utilizzare le unità stratigrafiche riferibili all'ultima fase della villa, ovvero quella della sua distruzione, collocate in alto nel nostro diagramma come origine della nostra ricostruzione, invertendo in parte la normale lettura della matrice estesa dal basso verso l'alto.

⁶ Ringraziamo Emanuel Demetrescu (CNR-ISPC) e Simone Berto (CNR-ISPC) per l'aiuto e il supporto nell'elaborare una soluzione adatta al nostro caso di studio.

Un normale SF può riferirsi ad un qualsiasi elemento dislocato nello spazio e nel tempo, che può essere attribuito alla struttura anche sulla base delle ipotesi formulate. La nuova variante di SF si basa direttamente sulle stratigrafie ritrovate *in situ*, per cui abbiamo un maggiore grado di certezza nella sua appartenenza al contesto ricostruito. Certamente anche in questo caso alla base vi è un processo di interpretazione, che qui è legato alla lettura del dato archeologico e della stessa stratigrafia. Tale differenza tra questo particolare SF con l'uso annesso del Dotted Connector e un normale SF non è visibile graficamente nella visualizzazione del modello 3D, motivo per il quale, per rimarcare questa distinzione, è stata inserita una diversa dicitura, "CSF" (Collapse's Special Find), così da evidenziare fin da subito graficamente la sua differente natura. Come si avrà modo di osservare negli esempi seguenti, l'utilizzo di etichette con questa espressione permette di mostrare sia all'interno del matrix esteso sia nella sua visualizzazione 3D la differenza rispetto agli altri elementi. Naturalmente ogni Collapse's Special Find viene poi collegato a un VSF, ovvero alla ricostruzione delle parti mancanti tramite un processo di anastilosi.

C.M.

4. RICOSTRUIRE ATTRAVERSO L'EM: LA TERZA FASE DELLA VILLA DI SAN MARCO

La ricostruzione della villa è il risultato di un lungo processo di confronto di fonti ed elaborazione di diverse ipotesi per ogni singolo elemento della costruzione. Per comprendere il valore e le potenzialità che l'applicazione dell'EM ha dimostrato in questo studio, si prende ad esempio la ricostruzione solo delle porzioni strutturali più significative del complesso (per una descrizione nel dettaglio cfr. MENDOLIA, SGROMO 2024). Il periodo più interessante da questo punto di vista è rappresentato dalla terza e ultima fase costruttiva della villa, quella in cui l'edificio ha raggiunto la sua veste definitiva. Per quest'ultima, infatti, abbiamo a disposizione una maggiore quantità di dati archeologici provenienti dalla distruzione del complesso, che hanno permesso di avanzare ipotesi consolidate per quanto riguarda i profili delle strutture. Passo dopo passo, procedendo dal piano inferiore fino alle coperture, l'EM permette di visualizzare il ragionamento che sta dietro alla ricostruzione dei singoli elementi e strutture, aiutando anche a creare un'immediata distinzione in base al grado di affidabilità della ricostruzione della villa (Figg. 5-6).

L'ipotesi ricostruttiva della pavimentazione degli ambienti del piano inferiore si è basata principalmente sui dati stratigrafici a disposizione, in quanto nella maggior parte dei casi è stato rinvenuto, seppur parzialmente conservato, il battuto in terra. Sono dunque state ricostruite le parti mancanti come USV di colore blu, ipotizzando lo spessore e la pendenza sulla base di quanto rimasto ancora *in situ*. Fa eccezione il pavimento dell'ambiente 4:



Fig. 5 – Ricostruzione 3D della Villa di San Marco (elab. C. Mendolia, M.T. Sgromo).

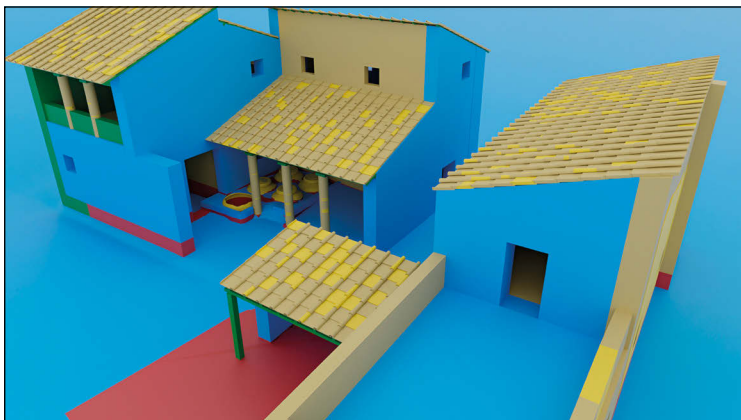


Fig. 6 – Ricostruzione 3D della Villa di San Marco con la visualizzazione dell'EM (elab. C. Mendolia, M.T. Sgromo).

qui è stato rinvenuto uno strato di legno carbonizzato esteso su tutta l'area e riferibile alla presenza di una pavimentazione lignea, disposta sul banco di roccia naturale. La roccia, infatti, conserva ancora le tracce in negativo degli incassi angolari (PAGLIANTINI, VANNI 2024, 59). In questo caso, dunque, la ricostruzione della pavimentazione si basa sul ritrovamento di tale strato di distruzione dovuto all'incendio, motivo per cui è stato utilizzato un CSF, ricostruendo la posizione e lo spessore originari e completando le parti mancanti per anastilosi con un VSF.

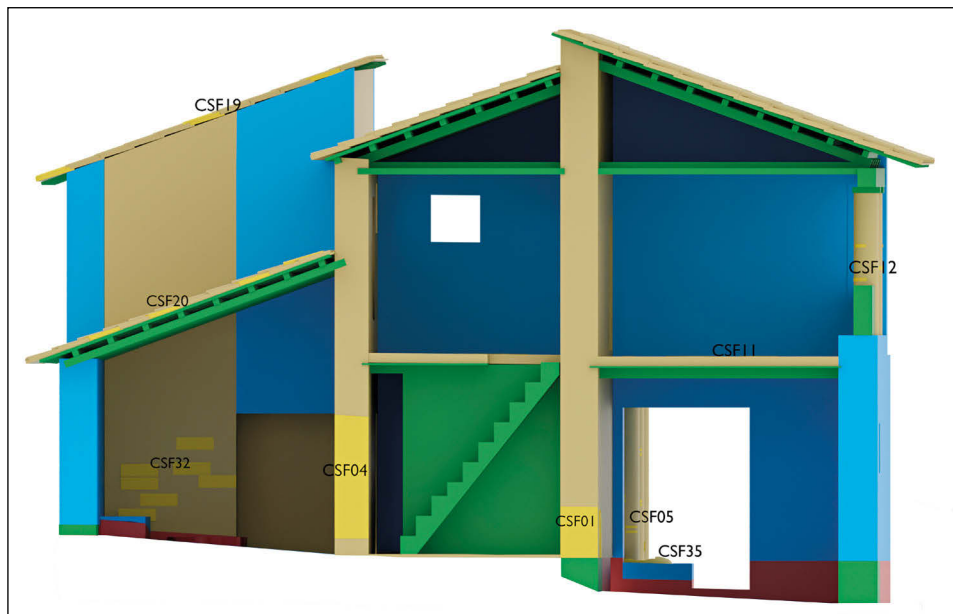


Fig. 7 – Sezione SN dell'edificio E della villa con l'applicazione dell'EM (elab. C. Mendolia, M.T. Sgromo).

Passando alle murature, si osserva come queste siano rappresentate in maniera molto diversa nella visualizzazione EM (con colori differenti) a seconda dei singoli casi (Fig. 7). In generale, la maggior parte dei muri portanti mantiene ancora *in situ* lo zoccolo in pietra, che funge da sostegno per gli elevati. Lo zoccolo è quasi sempre conservato nella sua interezza, se non per alcuni casi dove sono presenti delle lacune, che sono state integrate da un USV di colore blu. L'altezza originaria è facilmente ricostruibile (0,45-0,50 m per il blocco orientale, 1 m per quello occidentale) sia grazie ai resti *in situ* che al confronto con altri siti e con l'edilizia storica (CARANDINI 1985, 64-69; HOUBEN, GUILLARD 1989, 255). Gli zocchi sostenevano un elevato in mattoni crudi o in incanniccato, tecniche utilizzate anche per i tramezzi e per le strutture dei piani superiori, ma senza l'ausilio di basamenti in pietra (MENDOLIA, SGROMO 2024, 69-76). In alcuni casi le tracce degli elevati in terra cruda sono state ritrovate in stato di crollo: esse apparivano come strati di terra, cotta in maniera disomogenea dall'incendio, in cui spesso è stato possibile riconoscere le tracce dei mattoni crudi utilizzati o dell'incanniccato che riempiva una struttura a telaio ligneo. In un caso si sono potuti rintracciare anche i resti di parte dell'apparato ligneo carbonizzato (VANNI 2024). Le US di crollo, infatti, hanno permesso di ricostruire con più certezza l'aspetto

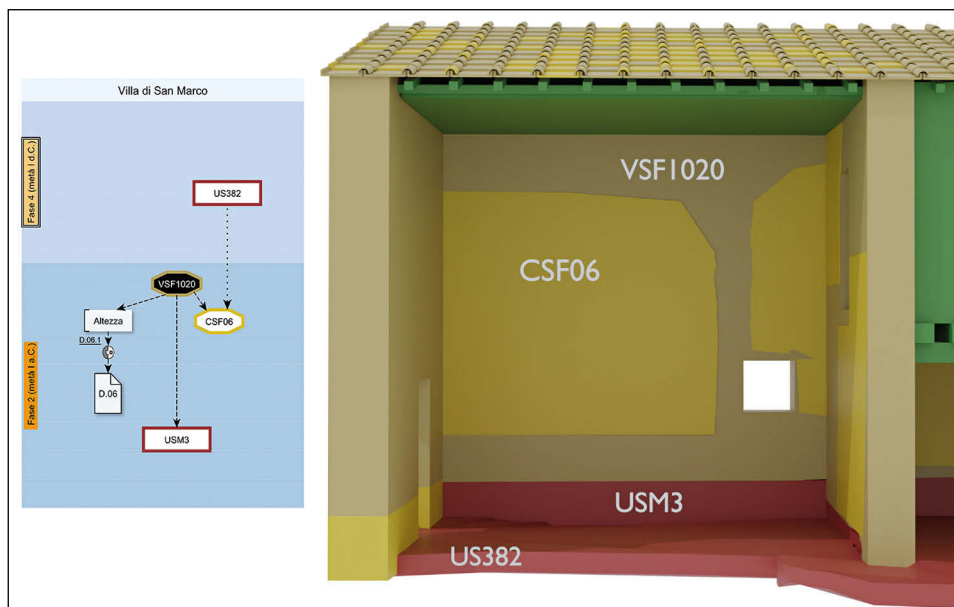


Fig. 8 – Esempio dell'applicazione dell'EM: rappresentazione grafica in yED e dei proxy in Blender della ricostruzione dell'USM 3 (ambiente VII) (elab. C. Mendolia, M.T. Sgromo).

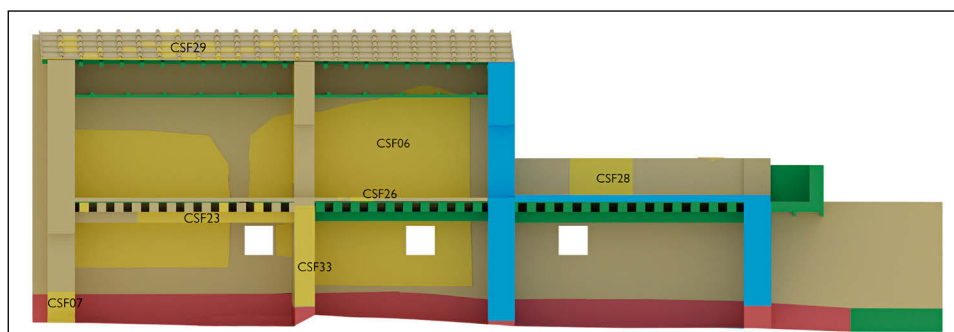


Fig. 9 – Sezione SN dell'edificio O della villa con l'applicazione dell'EM (elab. C. Mendolia, M.T. Sgromo).

degli elevati che sono stati dunque rappresentati come CSF, completando poi le porzioni mancanti.

Nell'esempio di Fig. 8, si può vedere la rappresentazione grafica della ricostruzione di una delle murature in tecnica mista: in rosso, sono indicati gli elementi rinvenuti durante lo scavo, ovvero lo zoccolo in pietra della

muratura (USM 3) e il crollo del suo elevato in mattoni crudi (US 382). Il crollo è stato ricomposto ed è tornato nella sua posizione originaria nella veste di questo particolare SF (CSF 06) e infine le parti mancanti sono state completate attraverso un VSF (VSF 1020), sulla base dei dati del crollo e il confronto con altre fonti per le informazioni non deducibili, come l'altezza totale (KASTEMMEIR 2007; 2013, 132).

In altri casi non è stato possibile riconoscere le tracce dirette del crollo delle murature⁷. Si conservano solo gli zoccoli o parti delle murature *in situ*, motivo per cui le strutture sono state ricostruite per comparazione con le altre e appaiono dunque come USV di colore blu. Infine sono state impiegate USV di colore verde per quelle murature per cui non si dispone di dati archeologici a sostegno della loro ricostruzione, ma di cui si può comunque ipotizzare l'esistenza (ad es., il limite orientale della villa è ricostruibile solo ipoteticamente sulla base di labili tracce).

Come è stato precedentemente descritto, sei degli ambienti della villa erano dotati di un piano superiore a carattere residenziale. Nel blocco orientale sono state ritrovate le tracce in stato di crollo della scala in legno che conduceva al piano superiore dell'ambiente I. Il CSF è stato utilizzato per mostrare il collegamento con la stratigrafia, ma l'impiego di fonti di confronto è stato fondamentale per avanzare l'ipotesi ricostruttiva (ADAM 1988, 217-221). Per l'accesso agli altri ambienti del blocco orientale è stato necessario ipotizzare la presenza di un'ulteriore scala nel vano IV, ricostruita per analogia con la prima individuata. L'EM rende evidente questa differenza attraverso l'uso di nodi diversi. Non solo la posizione ma la stessa esistenza della scala nell'ambiente IV non è certa, ma è ipotizzata su base deduttiva, in quanto si rende necessaria una connessione tra i due piani che non è possibile attraverso la scala del vano I. Per tale motivo appare qui rappresentata come un USV di colore verde.

Per quanto riguarda i solai del secondo piano, solo nel caso dell'ambiente VII sono stati trovati i resti lignei carbonizzati delle strutture, che hanno permesso di ricostruire con esattezza l'aspetto del solaio a doppia orditura (PATRIGNANI 2019-2020, 176-180). Mentre in questo caso sono stati impiegati i nodi del CSF e del VSF, negli altri casi la ricostruzione dei solai è avvenuta invece tramite confronti e osservando le caratteristiche strutturali dell'ambiente (CENTOLA 2017-2018, 357-367). Sono stati utilizzati i nodi USV di colore verde: è ipotizzabile la presenza di un sostegno per il secondo piano, ma non si possiedono informazioni archeologiche per ricostruire il suo aspetto (Fig. 9).

⁷ La presenza di edilizia in terra cruda mostra spesso difficoltà di riconoscimento, proprio perché i crolli di queste strutture sono spesso complessi da distinguere nella stratigrafia. In questi casi, possono essere d'aiuto l'interpretazione di altre tracce, come la presenza di zoccoli o fondazioni in materiale durevole, come nel nostro caso.

Passando, invece, ai pavimenti dei piani superiori questi erano quasi tutti in cocciopesto, testimoniati dal rinvenimento del crollo all'interno degli ambienti sottostanti. Il confronto tra la diversa ricostruzione delle pavimentazioni dei due piani dell'edificio con il metodo dell'EM può essere molto esemplificativo. In entrambi i casi si tratta di una ricostruzione basata su dati archeologici rinvenuti *in situ*, ma la natura di queste informazioni e le proprietà che possiamo dedurre sono diverse. Nel caso del piano inferiore, la ricostruzione si basa su un elemento ritrovato nella sua posizione originale, mentre le parti mancanti sono ricostruite assumendo, in base all'interpretazione dei dati, che avessero lo stesso aspetto di quelle conservate. Per il piano superiore, invece, le informazioni derivano da un crollo: ciò ci fornisce indicazioni sull'aspetto e sulla forma che il piano doveva avere, consentendoci, grazie all'interpretazione dei dati, di riposizionare gli elementi nella loro collocazione originaria, seppur con un certo margine di incertezza.

Riguardo infine alle coperture, in molti degli ambienti, la loro ricostruzione è rappresentata da un CSF con il relativo VSF, in quanto dedotta dalla presenza di un crollo. Il ritrovamento di alcuni coppi e di tegole integre ha permesso di ricostruirne la dimensione. In alcuni ambienti, tuttavia, il crollo delle coperture è stato rimaneggiato da attività post deposizionali. Ciò nonostante, il rinvenimento di numerosi frammenti di laterizi di coperture nelle stratigrafie di questi ambienti ci permette di supporre la presenza di una copertura testacea. Non potendo far riferimento a un vero e proprio crollo, sono stati utilizzati in questo caso dei semplici SF, ad indicare gli elementi ritrovati all'interno degli strati e attribuibili solo in maniera ipotetica.

M.T.S.

5. CONCLUSIONI

La villa di San Marco, come è stato evidenziato, è un caso che può essere certamente isolato, fuori dagli schemi canonici e particolare nella sua strutturazione, ma che trova la sua importanza proprio nel suo porsi come adattamento della forma "villa" alle diverse situazioni ambientali. Rappresenta l'ulteriore declinazione del tema della villa rustica, dopo Catone (ma con un occhio ancora attento al *De agri cultura*) e ben prima della villa *perfecta* di Varrone. La villa si è rivelata inoltre un caso altrettanto interessante per il deposito archeologico indagato. Il contesto quasi completamente chiuso e sigillato dagli spessi strati di terra concotta dall'incendio ha permesso di restituire agli scavatori una grande quantità di informazioni preziose per avanzare le ipotesi sull'aspetto originario della struttura residenziale.

L'utilizzo dell'EM è stato applicato dunque a una ricostruzione già esistente fondata su una ricerca scientifica, per cui non ha comportato grandi cambiamenti nell'ipotesi ricostruttiva in sé e nell'interpretazione dei dati.

Tuttavia, questo metodo ci ha consentito di formalizzare integralmente il processo e il ragionamento attraverso uno schema sì rigido, ma che permette di garantire che ogni elemento abbia una congrua documentazione e delle fonti adeguate. La scelta del metodo dell'EM per il caso di San Marco è stata guidata dalla sua maggiore applicabilità ai contesti archeologici. La scomposizione della struttura è certamente un concetto ormai ritenuto fondamentale per garantire la scientificità di tutte le parti della ricostruzione. Nell'EM la suddivisione delle unità non avviene solamente per elementi architettonici o costituenti, ma segue un approccio più strettamente archeologico, con una lettura delle relazioni tra essi, che può rivelarsi estremamente utile per l'analisi della struttura ricostruita. Nel nostro caso, lo studio precedente, fondato sui principi dell'archeologia dell'architettura, si è ben adattato a questo metodo.

L'EM ha permesso di mettere la stratigrafia al centro del processo, non solo "estendendo il matrix", ma cercando anche, sotto la spinta dei suoi stessi ideatori, di declinare il metodo per adeguarlo alle esigenze del caso studio, ponendosi di conseguenza nuove domande metodologiche. La sua applicazione a contesti di scavo recentemente indagati e ben documentati, come la Villa di San Marco, può permettere di avanzare nuove riflessioni. Nel nostro caso la base archeologica di quasi la totalità delle informazioni ha comportato la necessità di centrare l'attenzione sulla diversità d'origine stratigrafica (resti *in situ*, crolli e oggetti decontestualizzati) e sulla loro diversa attendibilità nella ricostruzione. Pertanto si è ritenuto necessario trovare una possibile soluzione per rendere chiare ed evidenti l'importanza e l'affidabilità del dato stratigrafico nella matrice estesa rispetto ad altri nodi, attraverso la distinzione del CSF dal normale SF.

In conclusione, le elaborazioni tridimensionali presentate in questo contributo dimostrano che l'edizione scientifica di uno scavo archeologico è certamente lo step decisivo di una ricerca, ma non necessariamente deve essere l'ultimo. Una filiera documentale coerente in sé può, infatti, essere riutilizzata per attivare ulteriori percorsi di analisi-elaborazione-ricostruzione.

F.C., C.M., M.T.S.

FRANCO CAMBI

Università degli Studi di Siena
franco.cambi@unisi.it

CHIARA MENDOLIA

Università di Roma "La Sapienza"
chiara.mendolia@uniroma1.it

MARIA TERESA SGROMO

Università degli Studi di Pisa
mariateresa.sgromo@phd.unipi.it

BIBLIOGRAFIA

- ADAM J. P. 1988, *L'arte di costruire presso i Romani: materiali e tecniche*, Milano, Longanesi.
- APARICIO RECO P., FIGUEIREDO C. 2016, *El grado de evidencia histórico arqueológica de las reconstrucciones virtuales: hacia una escala de representación gráfica*, «Revista Otarc: Otras arqueologías», 1, 235-247.
- APOLLONIO F.I. 2016, *Classification schemes and model validation of 3D digital reconstruction process*, in 20th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies (Vienna 2015), Vienna, Stadt Archaeologie.
- APOLLONIO F.I. 2024, *The Three-Dimensional model as a 'scientific fact': The scientific methodology in hypothetical reconstruction*, «Heritage», 7, 5413-5427.
- CAMBI F. 2018, *Ruri rurant. L'Isola d'Elba da paesaggio del ferro a paesaggio agrario nella tarda età repubblicana*, in G.L. GRASSIGLI, B. SCIARAMENTI (eds.), *Ruri: abitare la campagna nell'Italia antica*, Atti del Convegno Internazionale (Todi 2016), «Otium», 4, 1-50.
- CAMBI F. 2021, *Populonia vista dal golfo di Baratti. Suggestioni tirreniche e mediterranee*, in M. COCCOLUTO (ed.), *Ricerca, valorizzazione e management: tra passato e futuro del Parco archeologico di Baratti e Populonia*, Convegno per il Ventennale del Parco di Baratti e Populonia (Populonia 2018), Firenze, Edifir-Edizioni, 75-87.
- CAMBI F. 2023, *Emilio Sereni e l'archeologia. La costruzione di una globalità, delle fonti e degli approcci*, in C. TOSCO, G. BONINI (eds.), *Il paesaggio agrario italiano. Sessanta anni di mutamenti da Emilio Sereni a oggi (1961-2021)*, Atti del Convegno (Gattatico 2021), Roma, Viella, 75-87.
- CAMBI F., PAGLIANTINI L., VANNI E. 2019, *Portoferraio: lo scavo di San Giovanni*, «Gradus: Rivista di Archeologia, Beni Culturali e Restauro», 14, 1, 3-14.
- CAMBI F., PAGLIANTINI L., VANNI E. (eds.) 2024, *Archeologia e storia nella rada di Portoferraio. La villa di San Marco*, Turnhout, Brepols.
- CARANDINI A. (ed.) 1985, *Settefinestre: una villa schiavistica nell'Etruria romana*, Modena, Edizioni Panini.
- CARANDINI A., D'ALESSIO M.T., DI GIUSEPPE H. (eds.) 2006, *La fattoria e la villa dell'Auditorium nel quartiere Flaminio di Roma*, Roma, L'Erma di Bretschneider.
- CÁCERES-CRIADO I., GARCÍA-MOLINA D.F., MESAS-CARRASCOSA F.J., TRIVIÑO-TARRADAS P. 2022, *Graphic representation of the degree of historical-archaeological evidence: The 3D reconstruction of the Baker's House*, «Heritage Science», 10, 1-14.
- CAVARI F. 2024, *La decorazione parietale della villa*, in CAMBI et al. 2024, 95-108.
- CENTOLA V. 2017-2018, *I sistemi di copertura nelle domus di età romana*, Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Padova.
- CLARK J.T. 2010, *The fallacy of reconstruction*, in M. FORTE (ed.), *Cyber - Archaeology*, Oxford, Archaeopress, 63-74.
- DEMETRESCU E. 2018, *Virtual reconstruction as a scientific tool: The Extended Matrix and source-based modelling approach*, in S. MÜNSTER, K. FRIEDRICH, F. NIEBLING, A. SEIDEL-GRZESIŃSKA (eds.), *Digital Research and Education in Architectural Heritage: 5th Conference, DECH 2017 and First Workshop, UHDL 2017 (Dresden 2017)*, Cham, Springer, 102-116.
- DEMETRESCU E., FANINI B. 2017, *A white-box framework to oversee archaeological virtual reconstructions in space and time: Methods and tools*, «Journal of Archaeological Science: Reports», 14, 500-514.
- DEMETRESCU E., FERDANI D. 2021, *From field archaeology to virtual reconstruction: A five steps method using the Extended Matrix*, «Appliance Science», 11, 5206.
- FOSCHI R., FALLAVOLLITA F., APOLLONIO F.I. 2024, *Quantifying uncertainty in hypothetical 3D reconstruction. A user-independent methodology for the calculation of average uncertainty*, «Heritage», 7, 4440-4454.
- HERMON S., NIKODEM J. 2007, *3D modelling as a scientific research tool in archaeology*, in A. POSLUSCHNY, K. LAMBERS, I. HERZOG (eds.), *Layers of Perception: Proceedings of*

- the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) (Berlin 2007)*, Bonn, Dr. Rudolf Habelt GmbH, 1-6.
- HOUBEN H., GUILLAUD H. 1989, *Earth Construction. A Comprehensive Guide*, Marsiglia, Editions Paranthèses.
- ICOMOS 2017, *Los Principios de Sevilla. Principios Internacionales de la Arqueología Virtual, International Forum of Virtual Archaeology*, New Delhi.
- KASTENMEIER P. 2007, *I luoghi del lavoro domestico nella casa pompeiana*, Roma, L'Erma di Bretschneider.
- KASTENMEIER P. 2013, *Les espaces de préparation alimentaire dans les villae rusticae de l'ager pompeianus*, in S. MAUNÉ, N. MONTEIX, M. POUX (eds.), *Cuisines et boulangeries en Gaule romaine*, Paris, Cnrs Éditions, 125-133.
- LAURENCE R., WALLACE-HADRILL A. 1997, *Domestic Space in the Roman World: Pompeii and Beyond*, Portsmouth, JRA.
- MENDOLIA C., SGROMO M.T. 2024, *Analisi delle tecniche edilizie e ricostruzione tridimensionale*, in CAMBI *et al.* 2024, 69-83.
- OCCHIPINTI C., PATRONI O.C., GAIANI M., CIPRIANI L., FANTINI F. 2025, *An integrated method for the reconstruction of private renaissance exhibition rooms (camerini) starting from Ippolito II d'Este's Cabinet of paintings at his Tiburtine villa*, «Heritage», 8, 54, 1-29.
- PAGLIANTINI L. 2019, *Aithale. L'Isola d'Elba: territorio, paesaggi, risorse*, Bari, Edipuglia.
- PAGLIANTINI L. 2024a, *I paesaggi antichi e le dinamiche insediative*, in CAMBI *et al.* 2024, 25-31.
- PAGLIANTINI L. 2024b, *Le figure della villa e gli attori economici attraverso le attestazioni epigrafiche*, in CAMBI *et al.* 2024, 84-89.
- PAGLIANTINI L., VANNI E. 2024, *Gli ambienti della villa: Fasi e periodi*, in CAMBI *et al.* 2024, 55-68.
- PATRIGNANI F. 2019-2020, *Ambiente e paesaggio vegetale della villa romana di San Giovanni, Isola d'Elba*, Tesi di Laurea magistrale, Università degli Studi di Siena.
- RUGGIERI N. 2019, *Storia della tecnica e tecnologia della costruzione lignea: solai e strutture verticali ad Ercolano al tempo dell'eruzione del 79 d.C.*, «Materiali e Strutture: problemi di conservazione», 15, 37-52.
- STAROPOLI L., ACEVEDO V.J., ÁVIDO D.N., VITORES M. 2023, *Reflexiones en la práctica de la arqueología digital: la construcción y comunicación del patrimonio cultural virtual*, «Virtual Archaeology Review», 14, 29, 118-135.
- VANNI E. 2024, *Le analisi archeobotaniche della villa di San Marco*, in CAMBI *et al.* 2024, 163-173.
- WALLACE HADRILL A. 1988, *The social structure of the Roman house*, «Papers of the British Scholl at Rome», 56, 43-97.

ABSTRACT

From 2012 to 2019, archaeological investigations were carried out at Podere San Marco in Portoferraio (Elba Island, LI), revealing a Roman villa dated between the late 2nd century BC and the 1st century AD. The building, mostly constructed with perishable materials, collapsed following a fire, after which the area was no longer inhabited. The large amount of archaeological data unearthed from the excavation allowed for a 3D reconstruction of the architectural complex, through the study of the collapses and the carbonized remains of wooden elements. To better manage the vast amount of information and ensure transparency regarding the reliability of the data, the Extended Matrix method was applied. The application of the method to the case of San Marco, specifically a stratigraphic excavation of collapsed structures made of perishable materials, has provided an opportunity to raise new methodological questions and formulate new hypotheses.