THIASOS

RIVISTA DI ARCHEOLOGIA E ARCHITETTURA ANTICA

2023, n. 12

«THIASOS» Rivista di archeologia e architettura antica

Anno di fondazione: 2011

Direttore: Giorgio Rocco (Politecnico di Bari, Dipartimento di Architettura, Costruzione e Design - ArCoD); Presidente CSSAr Centro di Studi per la Storia dell'Architettura, Roma)

Comitato editoriale: Monica Livadiotti, Editor in Chief (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Roberta Belli (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Luigi M. Caliò (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Umanistiche), Maria Antonietta Rizzo (Università di Macerata, Dipartimento di Lettere e Filosofia), Giorgio Ortolani (Università di Roma Tre, Dipartimento di Architettura); Fani Mallouchou-Tufano (Technical University of Crete, School of Architecture; Committee for the Conservation of the Acropolis Monuments – ESMA); Gilberto Montali (Università di Palermo, Dipartimento di Culture e Società)

Redazione tecnica: Paolo Baronio (Scuola Superiore Meridionale, Napoli), Davide Falco (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Antonello Fino (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Gian Michele Gerogiannis (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Umanistiche), Chiara Giatti ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità), Antonella Lepone ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità), Giuseppe Mazzilli (Università di Macerata, Dipartimento di Studi Umanistici), Luciano Piepoli (Università di Bari, Dipartimento di Ricerca e Innovazione Umanistica), Valeria Parisi (Università della Campania Luigi Vanvitelli), Konstantinos Sarantidis (Ministero della Cultura Ellenico), Rita Sassu (Unitelma, "Sapienza" Università di Roma).

Comitato scientifico: Isabella Baldini (Università degli Studi di Bologna "Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Archeologia), Dimitri Bosnakis (Università di Creta, Dipartimento di Storia e Archeologia), Ortwin Dally (Deutsches Archäologisches Institut, Leitender Direktor der Abteilung Rom), Vassilikì Eleftheriou (Director of the Acropolis Restoration Service YSMA), Diego Elia (Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Antropologiche, Archeologiche e Storico Territoriali), Elena Ghisellini (Università di Roma Tor Vergata, Dipartimento di Antichità e Tradizione Classica), Kerstin Höghammar (professore emerito Uppsala University, Svezia), François Lefèvre (Université Paris-Sorbonne, Lettres et Civilizations), Marc Mayer Olivé (Universitat de Barcelona, Departamento de Filología Latina), Marina Micozzi (Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Dipartimento di Scienze dei Beni Culturali), Massimo Nafissi (Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Scienze Storiche sezione Scienze Storiche dell'Antichità), Massimo Osanna (Università degli studi di Napoli Federico II, Direttore generale Soprintendenza Pompei), Domenico Palombi ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità), Chiara Portale (Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Beni Culturali sezione archeologica), Elena Santagati (Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Civiltà Antiche e Moderne), Piero Cimbolli Spagnesi ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Storia dell'Architettura, Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici), Thomas Schäfer (Universität Tübingen, Instituts für Klassische Archäologie), Pavlos Triantaphyllidis (Director of the Ephorate of Antiquities of Lesbos, Lemnos and Samos, Greece), Nikolaos Tsoniotis (Ephorate of Antiquities of Athens, Greece)

Dario Puglisi, Marco Chiricallo, *Modellazione 3D ad Haghia Triada: note per un approccio tridimensionale all'architettura minoica*

Il contenuto risponde alle norme della legislazione italiana in materia di proprietà intellettuale ed è di proprietà esclusiva dell'Editore ed è soggetta a copyright.
Le opere che figurano nel sito possono essere consultate e riprodotte su supporto cartaceo o elettronico con la riserva che l'uso sia strettamente personale, sia scientifico che didattico, escludendo qualsiasi uso di tipo commerciale.
La riproduzione e la citazione dovranno obbligatoriamente menzionare l'editore, il nome della rivista, l'autore e il riferimento al documento. Qualsiasi altro tipo di riproduzione è vietato, salvo accordi preliminari con l'Editore.

Edizioni Quasar di Severino Tognon s.r.l., via Ajaccio 41-43, 00198 Roma (Italia)
http://www.edizioniquasar.it/

ISSN 2279-7297

Tutti i diritti riservati

Come citare l'articolo:
D. Puglisi, M. Chiricallo, *Modellazione 3D ad Haghia Triada: note per un approccio tridimensionale all'architettura minoica, Thiasos* 12, 2023, pp. 309-325

Gli articoli pubblicati nella Rivista sono sottoposti a referee nel sistema a doppio cieco.

Modellazione 3D ad Haghia Triada: note per un approccio tridimensionale all'architettura minoica

Dario Puglisi*, Marco Chiricallo**

Key words: *3D modelling, virtual restoration, virtual archaeology, Neopalatial Minoan architecture, Crete, Haghia Triada*

Parole chiave: *modellazione 3D, restauro virtuale, archeologia virtuale, architettura minoica neopalaziale, Creta, Haghia Triada*

Abstract:
Minoan architecture was characterized by a complex articulation of the volumes, and in particular by the systematic use of multistorey buildings. Nevertheless, the three-dimensional nature of the Minoan built environment has been quite neglected in the history of Minoan archaeology, in favour of an approach that contemplates the morphological, functional and distributional analysis of only what has survived on the ground floor. Today, the modern 3D modelling softwares offer new research opportunities in studying the elevation of Minoan buildings. This paper aims to outline these new research perspectives and to define the main methodological issues related to them, through the case study offered by the Late Minoan IB settlement of Haghia Triada in Crete.

L'architettura minoica fu caratterizzata da una complessa articolazione volumetrica, in particolare per il sistematico uso di edifici strutturati su due o più piani. A dispetto di ciò, la dimensione tridimensionale del costruito minoico è stata molto trascurata nella storia degli studi, a favore di un approccio che tiene in considerazione l'analisi morfologica, funzionale e distributiva solo di quanto sopravvissuto a piano terra. Oggi i moderni sistemi di modellazione 3D offrono nuove opportunità di ricerca riguardo all'articolazione in elevato degli edifici minoici. L'articolo si propone di delineare queste nuove prospettive di ricerca e di definire le principali questioni metodologiche ad esse correlate, attraverso il caso studio offerto dall'insediamento Tardo Minoico IB di Haghia Triada a Creta.

"Yet how very vague must our conception of the Cretan palaces and houses be
unless we can form some idea of their appearance in elevation!"
J.W. Graham, *The Palaces of Crete*, Princeton 1962, p. 186

Introduzione

È stato giustamente osservato che uno dei tratti più innovativi dell'architettura fiorita a Creta nell'Età del Bronzo e, in particolare, nel periodo palaziale (secc. XX-XIV a.C.), rispetto alle coeve esperienze del resto dell'Egeo e del Vicino Oriente, fu la realizzazione di strutture edilizie che, sia in ambito monumentale che domestico, si articolavano su più piani sovrapposti[1]. Non è dunque difficile concordare con l'enfatica affermazione di J.W. Graham citata in esergo, riguardo alla necessità che chi intenda acquisire una piena comprensione dell'architettura minoica ne deve prendere in considerazione non solo quanto conservato a livello di pianta, ma anche il suo presumibile articolarsi in altezza.

Nonostante queste ovvie considerazioni, l'approccio più comunemente praticato all'architettura minoica tende a trascurare il problema della struttura tridimensionale degli edifici e dell'organizzazione dei piani superiori. Si tratta della ovvia conseguenza del fatto che, tranne casi eccezionali, come il cosiddetto "Quartiere Levi" del Primo Palazzo di Festòs[2] o gli edifici conservati ad Akrotiri di Thera[3], la documentazione archeologica relativa alla parte superiore del costruito minoico è sostanzialmente scomparsa.

* Università di Catania, Dipartimento di Scienze umanistiche; dario.puglisi@unict.it
** Politecnico di Bari, Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio; marco.chiricallo@gmail.com

[1] Driessen 2005, p. 83.
[2] Levi 1976, pp. 31-236.
[3] Palyvou 1988; Palyvou 2005.

Questo indiscutibile dato di fatto tende però spesso a diventare un alibi, per cui, poiché non è possibile sapere nulla di certo riguardo ai piani superiori, si finisce per esprimere valutazioni dimensionali, morfologiche e funzionali sui complessi architettonici minoici limitandosi solo a quanto documentato al livello del piano terra. Per comprendere quanto questo atteggiamento sia diffuso e fuorviante, basti ricordare che tutte le valutazioni dimensionali solitamente proposte per gli edifici minoici, sia monumentali che domestici, sono calcolate esclusivamente in rapporto al piano terra[4], così da trarne conclusioni altrettanto infondate che se tenessero conto dell'estensione degli ipotetici piani superiori.

In questo consolidato quadro storiografico, nuovi interessanti spunti possono venire dall'applicazione delle moderne tecniche di modellazione digitale per la restituzione tridimensionale degli edifici scomparsi. Lo straordinario successo che queste ultime hanno avuto negli ultimi due decenni in ambito archeologico è facilmente comprensibile visti gli innumerevoli vantaggi che esse offrono rispetto a quelle di restituzione grafica tradizionale e, a maggior ragione, rispetto al restauro materico. Si tratta, infatti, di tecniche che creano modelli tridimensionali estremamente versatili per successive rielaborazioni grafiche; hanno inoltre lo straordinario pregio della reversibilità rispetto alla restituzione materica, ed infine sono in grado di interagire con grande facilità con altri mezzi multimediali con finalità divulgative.

Negli ultimi anni queste tecniche hanno cominciato ad essere applicate anche all'ambito minoico, sia pure con qualche indugio dovuto principalmente alle peculiari difficoltà poste dall'architettura protostorica cretese, la cui forte tendenza ad estendersi in elevato impedisce di proporre delle restituzioni pienamente attendibili degli edifici. Questo aspetto, che a prima vista costituisce un limite, può trasformarsi in opportunità se non limitiamo la modellazione 3D a semplice tecnica per rappresentare graficamente ricostruzioni elaborate in precedenza, ma se la utilizziamo come strumento dinamico volto alla ricostruzione sistematica dell'articolazione in elevato degli edifici. Le potenzialità e le implicazioni metodologiche di questa nuova proposta di utilizzo della modellazione 3D per la conoscenza dell'architettura minoica saranno l'oggetto di questo contributo. Esse saranno discusse a partire dall'esperienza condotta da un *team* di architetti della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio del Politecnico di Bari che, sotto la direzione di chi scrive, si sono cimentati a partire dal 2018 nella ricostruzione 3D dell'insediamento Tardo Minoico (d'ora in avanti TM) IB di Haghia Triada. [DP]

L'approccio tridimensionale all'architettura minoica: per una storia degli studi

La diffidenza sull'opportunità di investigare la struttura dei piani superiori e, più in generale, sulla necessità di praticare un approccio sistematicamente "tridimensionale" all'architettura minoica non è stata sempre così forte come negli ultimi decenni. I primi studiosi che si occuparono della protostoria cretese mostrarono, infatti, un interesse ben più spiccato per questo aspetto del costruito minoico. L'esempio più eclatante è senz'altro rappresentato dal lavoro svolto da Arthur Evans e dai suoi collaboratori architetti, *in primis* Piet de Jong[5], sugli edifici monumentali di Cnosso. Si può anzi sospettare che l'eccessiva disinvoltura mostrata dall'archeologo inglese in questo ambito, che poi portò agli arditi – e ampiamente criticati e criticabili – interventi di restauro nel palazzo di Cnosso, abbia svolto un effetto catalizzatore per gli atteggiamenti opposti che si sono affermati nei decenni successivi. Agli inizi del secolo scorso, anche gli archeologi italiani attivi a Creta, pur assai più prudenti nelle restituzioni materiche, mostravano interesse per l'aspetto tridimensionale degli edifici che avevano in corso di studio, come testimoniano i numerosi bozzetti dedicati da Enrico Stefani alla ricostruzione degli edifici monumentali di Haghia Triada[6], tra cui anche la Villa Reale (fig. 1). Il più importante studioso di architettura minoica del '900, James Walter Graham, si cimentò in più di una circostanza in studi che puntavano a proporre ricostruzioni dei piani superiori dei palazzi minoici sorrette da serrate e rigorose argomentazioni[7]. Il suo manuale sull'architettura minoica, già nell'edizione del 1962, dedicava diverse pagine, ricche di dati e di considerazioni, alla struttura dei piani superiori dei palazzi minoici, illustrati da diverse tavole grafiche con la loro ricostruzione tridimensionale[8].

Il calo di interesse verso questo tipo di indagini e ricostruzioni è forse da addebitare ad una sorta di "reazione" a quanto realizzato da Evans a Cnosso, ma sorprende ancora di più se si considera la messe di nuovi dati che, riguardo ai piani superiori degli edifici minoici, è stata offerta dagli scavi iniziati negli anni '70 ad Akrotiri, sia in termini di strutture vere e proprie che di rappresentazioni iconografiche. Associati a testimonianze di altra provenienza, tra cui

[4] Cfr., per esempio, Whitelaw 2001.
[5] Cfr. Papadopoulos 2006, pp. 7-19.
[6] Di Vita, La Rosa, Rizzo 1984, pp. 169-172, figg. 242-243, 245-247; Cucuzza 2021, pp. 74-76, figg. 1.91-1.95.
[7] Cfr., in particolare, Graham 1956.
[8] Graham 1962, pp. 180-189, figg. 21, 48, 50, 55, 58, 85, 90, 151.

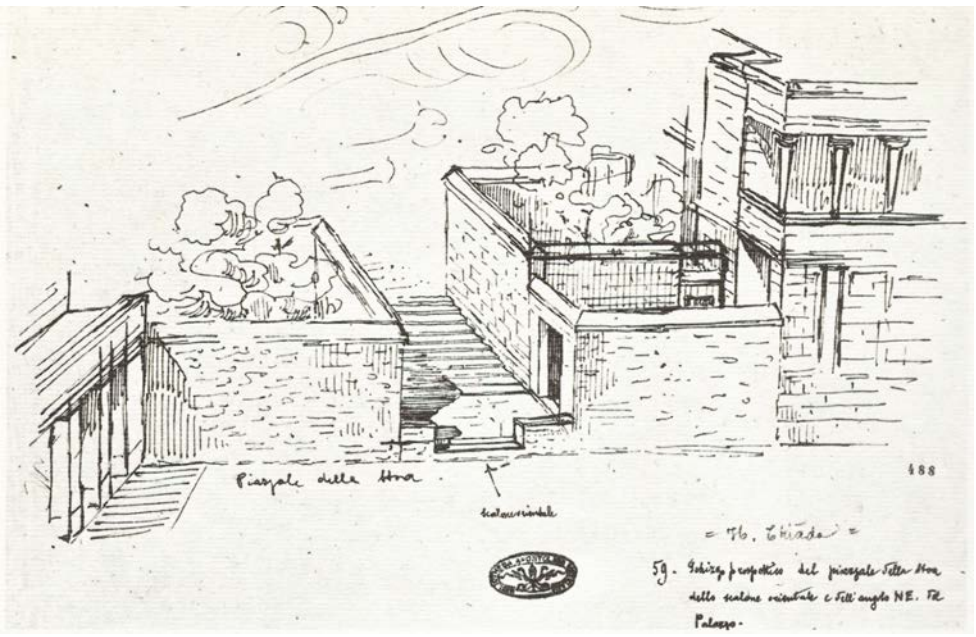


Fig. 1. E. Stefani, schizzo ricostruttivo della Villa Reale: il Piazzale Inferiore e il Quartiere Orientale da Nord (da Di Vita, La Rosa, Rizzo 1984, p. 170, fig. 243).

va senz'altro menzionato il caso eccezionalmente interessante del modellino di Archanes[9], essi hanno offerto lo spunto per diversi fondamentali studi sul problema dell'organizzazione spaziale e funzionale dei piani superiori[10], senza tuttavia scalfire in modo significativo la generale tendenza a trascurare o ignorare del tutto la natura "tridimensionale" dell'architettura minoica.

Un piccolo esercizio di statistica può essere utile a descrivere questa tendenza. Prendendo in considerazione le illustrazioni pubblicate in cinque fra le più significative monografie che, pur nella diversità di approccio, hanno affrontato globalmente il tema dell'architettura minoica negli ultimi decenni[11], si può infatti osservare che, sul numero complessivo di disegni ricostruttivi presentati, circa il 65% sia rappresentato da planimetrie, il 12% da dettagli costruttivi e il restante 23% da rappresentazioni in elevazione (sezioni verticali, assonometrie e prospettive). Non si tratta certo di una percentuale trascurabile, e tuttavia la quasi totalità dei disegni ricostruttivi in elevato riguardano porzioni ristrette dell'edificio rappresentato, singoli ambienti o settori rispetto ai quali i dati consentono ricostruzioni in alzato relativamente sicure. Solo 12 disegni, sulle 785 illustrazioni pubblicate dalle cinque monografie, consentono di apprezzare la volumetria di un edificio minoico nella sua interezza; e anche in questi casi si tratta, per lo più, di architetture domestiche di modeste dimensioni e complessità. L'opera di Graham, che contiene alcuni fra i pochissimi tentativi di raffigurare lo sviluppo volumetrico complessivo di architetture palaziali, appare in questo senso ancora più pionieristica e meritoria.

D'altro canto, la carenza di rappresentazioni che tentino di restituire un'idea scientificamente fondata dell'articolazione volumetrica complessiva dei grandi complessi architettonici cretesi è motivata dall'assenza di ampi studi specialistici in tal senso. Sull'argomento poco ci si è mossi rispetto a quanto proposto da Graham, e sovente in senso per lo più conservativo: la riluttanza, certamente giustificata in considerazione dei lacunosi dati archeologici a disposizione, a ricostruire "upper floors and staircases at random as shown in some of the models and reconstructions"[12] è una caratteristica diffusa negli studi più recenti. Diversa è la situazione per l'architettura domestica, rispetto alla quale grazie agli approfonditi studi portati avanti sull'eccezionale situazione di Akrotiri[13] è stato possibile mettere a punto una rigorosa metodologia di approccio allo studio degli elevati e alle funzioni dei piani superiori; contributi similari sono stati proposti anche in area propriamente cretese[14]. Mancano tuttavia, almeno a conoscenza di chi scrive, applicazioni sistematiche di analoghe metodologie di indagine all'architettura palaziale. La lacunosità delle evidenze archeologiche certe e, di contro, la complessità degli edifici coinvolti aumenta notevolmente le variabili di cui tenere conto: ciò implica un inevitabile livello di arbitrarietà in qualunque proposta ricostruttiva, cosa che ha comprensibilmente scoraggiato il progredire degli studi. Al tempo stesso non va però trascurato l'apporto offerto dagli studi specialistici relativi alle

[9] Lembesi 1976.
[10] Michailidou 1990; Michailidou 2001; Hallager 1990; Driessen 2005.
[11] Graham 1987; Hitchcock 2000; McEnroe 2010; Shaw 2015; Palyvou 2018.
[12] Driessen 2005.
[13] Cfr. Michailidou 1990; Michailidou 2001; Palyvou 1988; Palyvou 2005.
[14] Cfr. Hallager 1990.

tecniche costruttive minoiche[15]: per architetture a più piani quali quelle palaziali il problema della costruzione è centrale tanto quanto quelli della funzione, della morfologia e della distribuzione. Il tema posto ormai oltre sessant'anni fa da Graham rispetto alla ricostruzione complessiva degli elevati e delle volumetrie delle grandi architetture cretesi, pur godendo dell'ottima e approfondita trattazione di una intera costellazione di tematiche ad esso liminari, resta dunque tutt'ora aperto. [MC]

La modellazione 3D come tecnica di restituzione del dato architettonico

L'evoluzione degli strumenti digitali in ambito archeologico segue da vicino la velocità, ormai esponenziale, della rivoluzione informatica. Le tecnologie GNSS (*Global Navigation Satellite System*, più comunemente noto come GPS), LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*) e UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) consentono acquisizioni di enormi quantità di dati con rapidità, semplicità e accuratezza solo alcuni decenni fa inimmaginabili; la loro gestione ed elaborazione può sfruttare *software* della natura e funzione più disparata, dal GIS alla fotogrammetria; infine, la loro restituzione finale può avvantaggiarsi degli ormai sempre più avanzati strumenti di visualizzazione digitale, proiettate direttamente verso la realtà aumentata e l'esperienza multisensoriale. In questo contesto in continua evoluzione, la modellazione tridimensionale costituisce una realtà solida e affermata a sostegno della ricerca archeologica, in cui ha smesso di essere una novità da almeno un decennio. Essa peraltro eredita la tradizione dei grandi modelli fisici messi in opera con tecniche tradizionali, come il plastico di Roma Imperiale realizzato da Italo Gismondi nel 1933 per essere esposto al Museo della Civiltà Romana e che ha costituito la base d'ispirazione per il progetto digitale di Bernard Frischer, *Rome Reborn*, uno dei primi e più ampi del suo genere[16]. Ne sono seguiti numerosi esempi, vari per scala e area cronologica e geografica, dalla *Hierapolis Virtuale*[17] allo *Swedish Pompeii Project*[18]; anche l'ambito minoico, pur se generalmente su scala più ridotta, non fa eccezione[19].

Qui, come in genere nella pratica dell'archeologia virtuale, le metodologie di ricostruzione tridimensionale sono state applicate seguendo due principali linee di tendenza. La prima prende atto che le lacune della documentazione sono tali da non consentire ricostruzioni integralmente affidabili e si limita pertanto a proporre immagini tridimensionali verosimili ed accattivanti, ma senza alcuna pretesa di una esatta riproduzione dell'originale[20]. Questo approccio è quello di gran lunga più praticato, soprattutto in ambito didattico e divulgativo, con evidenti applicazioni anche nel campo dell'industria turistica, ma tuttavia di scarso interesse scientifico. L'atteggiamento rientra in un filone di grande successo nell'ambito della modellazione 3D, talvolta incline al "pittoresco" e facilmente criticabile per la posizione rinunciataria e per l'informazione approssimativa e in certo grado fuorviante che trasmette ad un fruitore non specialista[21].

Una seconda linea di tendenza, più rigorosa e selettiva, si è diffusa soprattutto in ambito scientifico. Ispirata alle più avanzate riflessioni metodologiche sull'utilizzo della modellazione 3D nell'ambito della restituzione architettonica, punta a ricreare immagini che abbiano un alto grado di affidabilità e verosimiglianza, sia in termini di volumi, che di cromatismo e finiture. Questa seconda tendenza viene di solito utilizzata come integrazione ed illustrazione del testo che descrive l'edificio antico, esplicitando i dati che consentono di ricostruirne con certezza l'aspetto originario[22]. Essa è in linea con le più rigorose esigenze metodologiche, ma anche nelle sue applicazioni si possono riconoscere dei limiti. Il principale è che, proprio per rispondere al bisogno di essere quanto più attendibile possibile, essa finisce per essere applicabile solo ad edifici con lacune di limitata estensione, in modo che le parti da integrare siano ridotte al minimo e ipotizzabili con ampi margini di certezza. Un secondo limite consiste nel fatto che, pur condotte in modo rigoroso e su basi in gran parte certe, anche queste ricostruzioni mantengono quel minimo grado di incertezza inesorabilmente presente in ogni restituzione di un edificio conservato in forma di rudere, con l'aggravante che l'aura di scientificità che le circonda ne offusca ulteriormente la natura pur sempre ipotetica.

[15] Cfr., fra gli altri, Palyvou 2005, Tsakanika 2006 e Shaw 2009.
[16] Frischer 2014.
[17] Limoncelli 2018.
[18] Leander Touati, Staub, Forsell 2021.
[19] Cfr. Alusik, Chalupka, Kopernicky 2011; Stanco, Tanasi 2011, pp. 59-70; Stanco, Tanasi, Privitera 2011; Alusik, Sovarova 2015.
[20] Da segnalare, in questo gruppo, alcune ricostruzioni dell'insediamento TM IB di Haghia Triada proposte da P. Kruklidis nell'ambito del progetto MUSINT: cfr. Jasink, Tucci, Cini 2012, p. 187, fig. 3 (Casa del Lebete); p. 195, fig. 15 (Villa Reale). Il modello della Villa Reale ritorna nel video con destinazione didattica al link: *https://www.aegean-museum.it/musint2/it/educational/videos-vid05.php*.
[21] Barceló 2001.
[22] Nel gruppo si segnalano, per la pregevolezza del risultato grafico, le ricostruzioni proposte da N. Cucuzza e S. Rizza per gli edifici TM III del Settore meridionale di Haghia Triada: cfr. Cucuzza 2021, pp. 77-78, figg. 1.96-97 (Chiosco E); p. 125, fig. 2.60 (Stoà FG); pp. 166-168, figg. 3.59-63 (Sacello H). Per analoghe proposte ricostruttive degli edifici TM III di Kommòs, cfr. Shaw, Shaw 2006, pp. III-IV, figg. s.n.

Più in generale, va sottolineato come, nella maggior parte dei casi, entrambe queste tendenze releghino la modellazione 3D a semplice procedura per la realizzazione di illustrazioni, più o meno attendibili, di una realtà scomparsa, demandando ad altra sede la riflessione critica, ovvero razionalmente e fattualmente fondata, sull'originale perduto. La realizzazione di un modello tridimensionale e la definizione delle sue modalità di presentazione andrebbero affrontate invece come un processo fortemente critico: traendo ispirazione dal concetto di "modello" come strumento di manipolazione di ipotesi al fine di acquisire avanzamenti di conoscenza[23], la restituzione architettonica in ambiente virtuale diventa, infatti, non più il risultato di considerazioni sviluppate altrove, ma la procedura fondamentale attraverso cui esplorare la struttura tridimensionale degli edifici investigati, definendone in modo più preciso gli aspetti morfologici, spaziali, funzionali, visuali e dimensionali attraverso la formulazione e verifica di ipotesi ricostruttive delle parti lacunose.

E in questa sua duplice componente di strumento di indagine critica e strumento di restituzione dell'immagine, si può propriamente parlare di "restauro virtuale". In quanto tale, esso deve fondarsi su principi metodologici assai rigorosi, che non ha caso negli ultimi decenni sono stati fissati a livello internazionale per mezzo di Carte e Protocolli[24] in totale analogia a quanto avvenuto nell'ultimo secolo per il restauro propriamente detto. Rispetto a questo, il restauro virtuale ha l'ovvio e inestimabile vantaggio di non doversi confrontare con la materia originale e di rispettare quindi, implicitamente, i principi di compatibilità e reversibilità; deve invece fare i conti con il tema, centrale e problematico anche nel restauro archeologico contemporaneo, del bilanciamento fra la riconoscibilità dell'integrazione rispetto alla "materia" originaria e la restituzione di un'immagine quanto più unitaria e imperturbata possibile. D'altro canto, il restauro virtuale gode della possibilità di poter elaborare numerose varianti e alternative rispetto ad una situazione problematica o lacunosa e quindi priva di una soluzione univoca, varianti che possono essere poste alla base di ulteriori riflessioni da parte degli specialisti.

Il ruolo del restauro virtuale come "provocazione", seguendo la definizione data nell'ambito del recente e meritorio progetto *Rome Transformed SCIEDOC*[25], è in tal senso illuminante: la restituzione tridimensionale non costituisce un esito finale, ma lo stato intermedio consapevolmente provvisorio e potenzialmente inesatto di un processo di studio dei dati archeologici che, adeguatamente documentato, può provocare, appunto, il dibattito critico fra gli studiosi. Sia i "metadata", ovvero i dati di partenza (rilievi di ogni tipologia, documenti, foto), che i "paradata", ovvero i processi di interpretazione dei dati che hanno giustificato la proposta ricostruttiva, dovrebbero essere messi a totale disposizione degli studiosi nel rispetto dei principi FAIR (*findable, accessible, interoperable, reusable*). In questo senso l'applicazione delle metodologie di restauro virtuale all'architettura minoica, se fondata su una rigorosa metodologia e nella aperta dichiarazione degli inevitabili margini di provvisorietà e arbitrarietà degli esiti proposti, può offrire uno strumento utilissimo al fine di portare avanti la conoscenza e il dibattito critico sul tema. [MC]

Il progetto di restituzione 3D dell'insediamento TM IB di Haghia Triada

Nel periodo TM I, approssimativamente collocabile tra il XVI e la metà del XV sec. a.C., l'insediamento di Haghia Triada conobbe una straordinaria fioritura architettonica. Essa portò alla costruzione della cosiddetta "Villa Reale", che per estensione e monumentalità, rappresenta il più importante esempio del suo genere finora noto a Creta, e di un modesto agglomerato di unità abitative circostanti (fig. 2). La Villa, articolata su non meno di due piani sovrapposti, era disposta ad "elle" sui fianchi nord ed ovest della collina di S. Giorgio Galata. Il complesso apparve ai primi scavatori articolato in quattro settori con diversa caratterizzazione architettonica e funzionale, disposti in modo alternato: due sezioni dedicate a magazzini, denominate rispettivamente "Quartiere Servile di Sud-Est" e "Magazzini Nord", e due cosiddetti "quartieri signorili", quello di Nord-Ovest e quello orientale, interpretati come settori di residenza e rappresentanza.

L'edificio era strettamente connesso a due vasti piazzali monumentali, rispettivamente il Superiore a Sud e l'Inferiore a Nord. Il primo occupava la sommità del colle di S. Giorgio Galata ed era marginato ad Est da un secondo complesso monumentale, la cosiddetta Casa Est, a sua volta fiancheggiata da edifici a carattere domestico come la Casa a Nord della Casa Est e la Casa dei Fichi. Il Piazzale Inferiore, delimitato sui lati est e nord, rispettivamente, dalla Stoà 10 e dal Bastione, svolgeva la funzione di cerniera tra la Villa e l'area del cosiddetto "Villaggio", presso la quale vi era un secondo piccolo agglomerato di edifici a carattere domestico (Casa delle Sfere Fittili, Casa del Lebete, Casa del *Pistri-*

[23] Cfr. Barceló 2000; Barceló 2001.

[24] In particolare, la Carta di Londra per la visualizzazione digitale dei beni culturali, del 2008 (*https://www.londoncharter.org/*), e i Principi Internazionali di Siviglia per l'Archeologia Virtuale, del 2017 (*http://www.sevilleprinciples.com/*).

[25] Cfr. *https://research.ncl.ac.uk/rometrans/*.

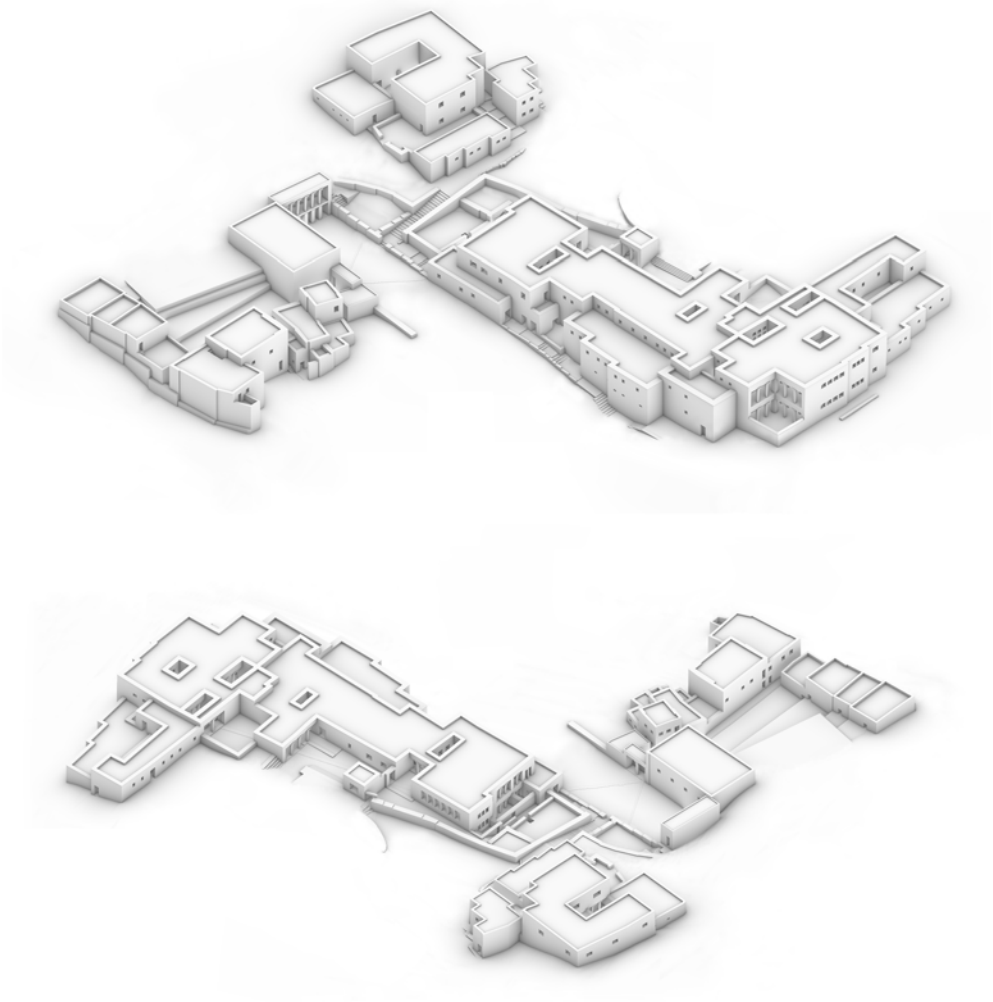
Fig. 2. Il sito di Haghia Triada con i principali edifici citati nel testo (rielab. da Puglisi 2003).

num, ecc.) delimitato a Nord dal "Muraglione a Denti", imponente terrazzamento che costituiva molto probabilmente il margine settentrionale del nucleo insediativo. Una natura probabilmente differente, forse legata alla sfera funeraria, aveva l'ulteriore nucleo insediativo costituito dalla Tomba degli Ori e dal Complesso della Mazza di Breccia a Nord-Est. Tutte queste strutture furono coinvolte in un violento incendio che mise improvvisamente fine all'insediamento in un momento avanzato del TM IB[26].

Per una serie di ragioni, i resti architettonici relativi a questa fase costituiscono un contesto documentario ideale per sperimentare le potenzialità della modellazione 3D nell'ambito di un approccio tridimensionale all'architettura minoica. Innanzitutto, come documentato dai consistenti depositi ceramici associati alle strutture, si tratta di un complesso assegnabile ad un arco di tempo relativamente ristretto compreso tra la fine del TM IA e un momento avanzato ma non finale del TM IB[27]. In secondo luogo, sebbene parzialmente alterati nella successiva fase TM III, i resti presentano un'estensione ed uno stato di conservazione che, se confrontati con gli standard del resto dell'architettura minoica coeva, si possono senz'altro considerare di livello elevato se non eccezionale. Inoltre, la disposizione delle strutture su più terrazze degradanti lungo il pendio consente di assicurarne l'articolazione su almeno due piani, di cui il superiore delle strutture a valle si pone orientativamente allo stesso livello del pianterreno a monte. Infine, l'intero complesso è stato già pubblicato con un notevole grado di dettaglio e accuratezza grazie al contributo determinante, in termini di precisione documentaria e acume critico, di E. Stefani. Per di più, le conoscenze su queste strutture acquisite durante gli scavi di inizio secolo (1902-1914) sono state verificate ed ampliate nel corso delle indagini condotte, sotto la direzione di Vincenzo La Rosa, nel secondo ciclo di scavi (1977-2012).

[26] Per un quadro d'insieme sull'insediamento nel TM IB, cfr. Puglisi 2003.

[27] Cfr. Puglisi 2003; Puglisi 2011.



Figg. 3-4. Modello 3D dell'insediamento TM IB di Haghia Triada: in alto, da Nord-Ovest, in basso da Sud-Est (elab. grafica: M. Chiricallo; modellazione 3D: A. Cascione, D. Chiricallo, M. Chiricallo, M. Corona, M. Delfino, A. Labbattaglia, M.T. Lence, I. Leone, V. Liuzzi).

Nella consapevolezza delle potenzialità di ricerca offerte da questo contesto documentario, negli anni 2018-2021 lo scrivente ha coinvolto un gruppo di architetti della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio del Politecnico di Bari[28] in un progetto di restituzione 3D dell'insediamento che, partendo dalla pianta in CAD del sito messa liberalmente a disposizione dal Centro di Archeologia Cretese dell'Università di Catania, ha permesso l'elaborazione di un primo modello complessivo dell'insediamento (figg. 3-4) che viene qui per la prima volta presentato[29]. In questa prima fase, l'obiettivo era quello di creare una ricostruzione verosimile, che puntasse alla restituzione della volumetria originaria delle strutture senza indulgere nella resa realistica dei dettagli per salvaguardare la leggibilità dell'insieme ed evitare effetti eccessivamente "pittoreschi".

Il modello è stato realizzato per parti e in più fasi, a partire dal nucleo centrale della Villa Reale fino alle propaggini settentrionali del Villaggio. Il *software* che si è usato per la gran parte del lavoro è stato AutoCAD, il quale, pur limitato dal punto di vista degli strumenti di 3D *modeling* rispetto ad altri *software* in commercio, offre il vantaggio di produrre forme bloccate e facilmente controllabili dal punto di vista dimensionale. Per specifiche parti del modello si è invece adoperato Rhinoceros, in particolare per la modellazione del terreno e l'estrazione delle viste.

La restituzione tridimensionale così ottenuta, tuttavia, non è apparsa del tutto soddisfacente per almeno due ragioni, l'una di carattere documentario, l'altra di natura metodologica. Il primo problema riguardava la completezza dei dati archeologici alla base della restituzione 3D. Nonostante fossero ampi e dettagliati, essi risultavano non sempre ade-

[28] A.A. 2018: Annalisa Cascione, Dania Chiricallo, Anna Labbattaglia (Villa Reale); A.A. 2019: Isabella Leone, Maria Teresa Lence (Casa Est, Piazzale Superiore e Piazzale Inferiore); A.A. 2020: Vanessa Liuzzi, Marta Corona (Casa del Lebete e Casa delle Sfere Fittili); A.A. 2021: Marco Chiricallo (revisione e rielaborazione grafica dell'intero modello con particolare riferimento alla Villa Reale); Mariadina Delfino (Casa dei Fichi, Casa del *Pistrinum* e ulteriori vani senza denominazione nell'area del Villaggio).

[29] Versioni intermedie del lavoro, ancora imprecise in talune parti e tendenti ad una rappresentazione fotorealistica successivamente abbandonata, sono state presentate nel *webinar* della Scuola Archeologica Italiana di Atene dal titolo "Haghia Triada alla luce delle recenti ricerche": cfr. *https://www.scuoladiatene.it/webinars/scavi-a-creta/festos.html* (visibile all'indirizzo: *https://www.youtube.com/watch?v=XcRDtIDUMto*).

guati alle esigenze della ricostruzione tridimensionale. In particolare, l'assenza di un rilievo di dettaglio delle strutture della Villa, e soprattutto di una loro sistematica quotatura altimetrica, rendeva assai difficoltoso comprendere, gestire e restituire il rapporto fra i vari piani di calpestio e, di conseguenza, l'articolazione volumetrica stessa del complesso. In altri termini, la specificità dell'indagine non poteva prescindere da una revisione dei dati sul campo.

In secondo luogo, il processo di modellazione 3D portato avanti sulle strutture superstiti dell'insediamento TM IB di Haghia Triada aveva rivelato una sua intrinseca forza ermeneutica che portava a porre interrogativi e, talvolta, a raggiungere conclusioni che il consueto esame bidimensionale delle strutture non era in grado di far emergere, soprattutto a proposito dell'organizzazione dei piani superiori degli edifici. Questi interrogativi e acquisizioni, sebbene non fossero in grado di colmare integralmente le lacune da restituire, rivestivano tuttavia un indiscutibile e prezioso valore conoscitivo che non era il caso di disperdere ma che non emergeva agli occhi di chi si limitava a osservare la semplice riproduzione grafica del modello 3D.

Il lavoro sull'insediamento di Haghia Triada poneva l'esigenza, in altri termini, di applicare i più moderni principi relativi alla visualizzazione digitale dei beni culturali all'architettura minoica, definendo una metodologia nella quale il modello non fosse più inteso come una rappresentazione più o meno attendibile di un originale scomparso, quanto piuttosto come la riproduzione di un sistema parzialmente noto di rapporti, la cui manipolazione in ambiente virtuale consentisse di comprendere meglio le relazioni tra le parti note e quelle perdute[30]. In questa nuova prospettiva, il modello andava visto non come l'esito finale del processo di elaborazione, quanto piuttosto come uno strumento virtuale attraverso il quale attivare sempre nuove ipotesi e verifiche, al fine di raggiungere una migliore comprensione degli originali irrimediabilmente perduti. L'interesse di questo nuovo modo di impiegare la modellazione 3D consisteva pertanto tanto nel processo ipotetico-deduttivo alla base delle scelte di restituzione, quanto nell'esito grafico di tale processo. In termini meno astratti, si poteva immaginare un nuovo modo di procedere alla restituzione 3D degli edifici minoici che non rinunciasse a integrare le parti lacunose, in particolare i piani superiori, ma che rendesse rigoroso, ovvero trasparente e verificabile, il procedimento che aveva portato a proporre certe integrazioni piuttosto che altre.

A partire da queste riflessioni sono tornato al lavoro completato nel 2021 e, in collaborazione con Marco Chiricallo, abbiamo intrapreso una più analitica revisione delle restituzioni proposte, con un duplice obiettivo: da un lato, definire con maggior rigore i criteri teorici che guidavano le reintegrazioni, in particolare quelle dei piani superiori; dall'altro, sottoporre a verifica e correzione, attraverso una nuova revisione dei dati sul campo e la creazione di un nuovo modello 3D, i punti problematici emersi nel corso della precedente modellazione[31]. Di questo lavoro, in corso di svolgimento, si intendono qui presentare alcuni risultati preliminari, sia sul fronte metodologico che su quello della ricostruzione architettonica, concentrandosi in particolare sull'edificio più importante preso in esame, ovvero la Villa Reale, mentre si rimanda ad altra sede la presentazione esaustiva del nuovo modello e la discussione analitica dei dati che ne supporteranno le scelte ricostruttive. [DP]

Aspetti metodologici della modellazione 3D ad Haghia Triada

Uno dei principali problemi che sono emersi durante la realizzazione del modello 3D dell'insediamento è stata la mancanza di una procedura standardizzata in grado di guidare la restituzione delle parti scomparse degli edifici minoici, *in primis* dei piani superiori, rendendo rigoroso, critico e trasparente il percorso ipotetico-deduttivo alla base delle soluzioni proposte. Pubblicazioni a carattere metodologico come quelle di Anna Michailidou, infatti, si concentrano sulla definizione degli indicatori archeologici in grado di dimostrare la presenza dei piani superiori, ma non si preoccupano di definire gli aspetti architettonici che li caratterizzavano e che dunque possono risultare utili a selezionare le possibili alternative di reintegrazione. L'esperienza condotta ad Haghia Triada, sia pure ancora in corso di elaborazione, ha portato ad individuare alcuni criteri-guida che vengono qui di seguito enunciati come contributo preliminare alla definizione di una più esaustiva procedura da applicare alle parti lacunose dell'architettura minoica:

1. L'originaria presenza di piani superiori può essere ipotizzata sulla base di una rielaborazione degli indicatori archeologici individuati dalla Machailidou: porzioni di strutture superstiti riferibili ai primi piani (indicatore non documentato nel caso di Haghia Triada); presenza di scale; elementi architettonici del piano terra finalizzati al sostegno

[30] Cfr. Barceló 2001.

[31] Una prima campagna di revisione dei dati sul campo si è svolta dal 21 al 28 luglio 2022; una seconda è prevista per l'estate 2023. Il lavoro di rielaborazione dei dati in funzione della realizzazione del nuovo modello è oggetto della tesi di specializzazione di M. Chiricallo, in corso di completamento presso la Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio del Politecnico di Bari. I risultati di queste indagini saranno pubblicati sull'Annuario della Scuola Archeologica Italiana di Atene.

dei piani superiori; rinvenimento di materiali costruttivi crollati dal primo piano; rinvenimento di oggetti caduti dal piano superiore[32].

2. A questi criteri si possono aggiungere, cautamente, considerazioni di tipo statico-costruttivo, relative alla valutazione della capacità da parte delle strutture conservate (spessore, altezza, tecnica costruttiva, ecc.) di portare uno o più piani superiori. A tal proposito, va tenuto conto anche della eventuale articolazione su pendio degli edifici, sistemazione frequente nel paesaggio collinare cretese e ben attestata ad Haghia Triada: in tal caso, la presenza a monte di piani di calpestio dialoganti con quelli ipotizzabili per il piano superiore delle strutture a valle costituisce indizio, quanto meno, della presenza di una copertura praticabile.

3. Per ragioni strutturali, la ricostruzione delle strutture murarie portanti del piano superiore si impone all'interno della sagoma fornita dalle strutture murarie del piano inferiore, escludendo di proporre pieni su vuoti. Per quanto le planimetrie dei piani superiori non ricalchino necessariamente quelle dei piani inferiori[33] e siano possibili tramezzature leggere, realizzate ad esempio in pisé o in mattoni crudi al di fuori dell'impronta di muri del piano inferiore[34], ragioni strutturali inducono a ritenere che tali eventualità non fossero né frequenti, né particolarmente determinanti nell'articolazione spaziale complessiva, tanto che appare legittimo non tenerne conto al fine di ridurre le variabili da gestire.

4. Le scale di collegamento tra piani diversi possono essere legittimamente ricostruite presupponendo che, per ragioni di opportunità, le diverse rampe avessero in genere numero e altezza dei gradini costanti.

5. Gli allineamenti erano tendenzialmente rispettati per ragioni di opportunità progettuale e praticità di esecuzione.

6. In linea generale, i vani nell'architettura minoica erano forniti di una fonte di luce e d'aria più o meno diretta: tale principio può essere tuttavia derogato nei vani destinati alla funzione di magazzino.

I suddetti criteri, basati su considerazioni di carattere morfologico, funzionale e/o strutturale, sono stati definiti tenendo conto degli usi costruttivi minoici più comunemente attestati nei tanti edifici di epoca neopalaziale noti a Creta. A proposito della restituzione dal punto di vista costruttivo e strutturale dei piani superiori, risulta fondamentale, in particolare, la documentazione fornita dall'insediamento di Akrotiri di Thera, grazie agli esemplari studi realizzati su di essa da Clairi Palyvou.

I principi sopra enunciati costituiscono i punti di riferimento fondamentali per proporre restituzioni delle parti scomparse di un edificio. Non sempre tuttavia è possibile ricorrere al loro supporto. Vi sono diversi settori dell'insediamento per i quali il contesto documentario conservato non offre alcun appiglio alla restituzione: in questo caso, resta comunque opportuno proporre delle reintegrazioni. L'unica alternativa possibile, infatti, sarebbe quella di lasciare dei vuoti nelle riproduzioni grafiche che avrebbero un effetto altrettanto, se non più fuorviante che la restituzione di parti del tutto ipotetiche. Queste ultime possono essere elaborate prendendo spunto da altri edifici monumentali minoici, nella piena consapevolezza che si tratta di ipotesi del tutto prive di riscontri nella realtà documentaria e la cui affidabilità è ulteriormente messa in discussione dal basso livello di standardizzazione formale che caratterizza l'architettura minoica, soprattutto quella a carattere monumentale. Anche in queste circostanze, tuttavia, il carattere rigoroso e trasparente dell'operazione di restituzione può essere salvaguardato, distinguendo gradi diversi di affidabilità delle integrazioni ed associando ad esse da un lato un resoconto testuale delle argomentazioni che ne hanno guidato l'elaborazione, dall'altro delle rappresentazioni grafiche in grado di fornire, attraverso opportune convezioni figurative che non sacrifichino la leggibilità del disegno, informazioni circa il grado di affidabilità delle soluzioni adottate.

L'esperienza di Haghia Triada consente di distinguere tre diversi gradi di affidabilità, definibili secondo i seguenti criteri

1. Affidabilità alta: parziali integrazioni di elementi architettonici già in parte esistenti e caratterizzati da un'identità formale/strutturale altamente prevedibile;

2. Affidabilità media: integrazioni proposte sulla base di argomentazioni di carattere morfologico, funzionale e strutturale sviluppate a partire da elementi architettonici certi;

3. Affidabilità bassa: integrazioni basate esclusivamente sul confronto con soluzioni architettoniche attestate in altri edifici minoici.

Nel caso in discussione, le restituzioni altamente affidabili riguardano gran parte delle strutture del piano terra degli edifici esaminati, in particolare quelle appartenenti alla Villa, che furono ricavate intaccando i fianchi nord ed ovest del colle di S. Giorgio Galata. Il crollo dovuto alla distruzione finale dell'edificio, infatti, le ha preservate dall'a-

[32] Michailidou 1990, p. 295. Sulla base di alcuni dettagli del modellino di Archanes, E. Hallager ha sostenuto qualche anno fa (Hallager 1990) che i piani superiori degli edifici minoici non erano interamente circondati da mura portanti, ma aperti sui lati e organizzati sotto forma di terrazze coperte da tettoie. Questa sistemazione, sebbene non si possa escludere che venisse praticata occasionalmente, non trova riscontri archeologici e iconografici tali da farla ritenere una soluzione usuale.

[33] Palyvou 2018, p. 208.

[34] McEnroe 2010, p. 115.

zione degli agenti atmosferici e dell'erosione, consentendone la conservazione in taluni punti fino ad oltre m 2,50 di altezza e rendendo altamente prevedibile la conformazione delle porzioni perdute.

Le integrazioni mediamente affidabili riguardano la restituzione di una parte considerevole dei primi piani, soprattutto laddove varie argomentazioni convergono nel sostenere un'unica soluzione. L'originaria presenza di primi piani è testimoniata dal ricorrere delle scale ma anche di oggetti ed elementi costruttivi (soglie, stipiti, ecc.) caduti dai livelli superiori e rinvenuti al momento dello scavo. Sebbene questi elementi siano stati documentati in modo molto approssimativo, praticamente soltanto attraverso brevi cenni nei taccuini di scavo, non vi è ragione di dubitare dell'attendibilità di queste notizie, che testimoniano come gran parte degli edifici dell'insediamento fosse fornita di almeno un piano superiore. Nel caso della Villa, quest'ultimo era collegato attraverso scale al piano inferiore e aveva il calpestio in quota con il livello del Piazzale Superiore, dal quale era accessibile attraverso un sistema di ingressi monumentali che è quello che pone i più insormontabili problemi di restituzione.

La difficoltà di ricostruire l'organizzazione di questo settore cruciale dell'insediamento è dovuta al fatto che la sommità del colle è stata maggiormente soggetta all'azione dell'erosione atmosferica ma anche agli interventi distruttivi dell'uomo. Il Piazzale Superiore, infatti, dopo la distruzione TM IB, fu sede di un rifacimento monumentale in epoca TM III, che portò alla realizzazione di due imponenti edifici al di sopra della Villa Reale: il Megaron ABCD e la Stoà FG (fig. 2). Le rovine di quest'ultima furono riprese in età ellenistica, quando nell'area dinnanzi ad essa fu sistemato un piccolo santuario all'aperto dotato di un altare, circondato da un muro di *temenos* e da un ampio lastricato parzialmente rimossi durante il primo ciclo di scavi[35]. Tutti questi interventi furono effettuati intaccando i ruderi più antichi per acquisire nuovi materiali da costruzione. Un'ultima intensa fase di spoglio ebbe luogo in età tardo-medievale e moderna, quando sul colle fu edificata la chiesa di S. Giorgio Galata intorno alla quale si sviluppò una cospicua area cimiteriale, con fosse rivestite e coperte di lastre che provenivano con ogni evidenza, ancora una volta, dal riutilizzo dei resti monumentali risalenti all'Età del Bronzo.

La realizzazione del nuovo modello 3D dell'insediamento, in corso di elaborazione, costituirà l'occasione per mettere alla prova l'efficacia delle indicazioni metodologiche fin qui sviluppate e, se necessario, per precisarle ed integrarle [DP].

Le nuove acquisizioni derivanti dalla modellazione 3D delle architetture TM IB di Haghia Triada

Nonostante la revisione dei dati sul campo e il riesame della documentazione d'archivio siano ancora in corso di svolgimento, una breve rassegna delle più rilevanti acquisizioni scaturite dal lavoro di modellazione 3D sull'insediamento di Haghia Triada può offrire un'importante occasione per delineare con più chiarezza le indiscutibili potenzialità che l'applicazione di un approccio consapevolmente tridimensionale può avere per una migliore comprensione dell'architettura minoica palaziale. Le nuove acquisizioni si concentrano, ovviamente, soprattutto nella Villa Reale, ovvero il più importante ed esteso dei complessi architettonici TM IB dell'insediamento, e riguardano tutti i principali aspetti dell'edificio: da quelli più specificamente morfologici e strutturali, a quelli distributivi e dimensionali.

Per quanto riguarda gli aspetti strutturali, le novità maggiori provengono dal Piazzale Superiore. Nonostante il pessimo stato di conservazione, l'area conserva infatti numerosi resti che acquistano senso e risalto solo se osservati in una prospettiva tridimensionale. Ciò è particolarmente evidente nel caso del Quartiere di Sud-Ovest. È assai probabile, infatti, che a differenza di quanto si può presumere basandosi solo su uno sguardo superficiale della pianta, il limite orientale del quartiere non coincidesse con il muro orientale dei vani 39-9-28-27, ma si estendesse più verso Est (fig. 5). Osservato in una prospettiva tridimensionale, infatti, il pozzo di luce del corridoio 9 non si giustifica se non ammettendo che il lato orientale del vano fosse chiuso ad Est da ulteriori volumi disposti al livello del piazzale e ad una quota corrispondente al piano superiore della Villa. La totale scomparsa di quest'ala del quartiere si può spiegare tenendo conto che, come dimostrato dai saggi condotti da La Rosa nel 1987-1988[36], in questo settore gli strati di età minoica erano stati integralmente asportati dall'erosione già al momento della rioccupazione funeraria di età tardo-medievale. Non possiamo dire nulla sulla effettiva conformazione di quest'ala completamente scomparsa, ma è possibile che il suo limite orientale coincidesse, almeno in parte, con l'allineamento osservabile tra il margine ovest dei vani 27 e 28 a Sud e l'analogo margine del ripostiglio 48 più a Nord, essendo tale regolarità il probabile esito di una pianificazione modulare che includeva tutta questa porzione dell'edificio.

[35] La Rosa 1988-89, pp. 271-274; La Rosa 1989a; Cucuzza 2021, pp. 120-122.

[36] La Rosa 2001.

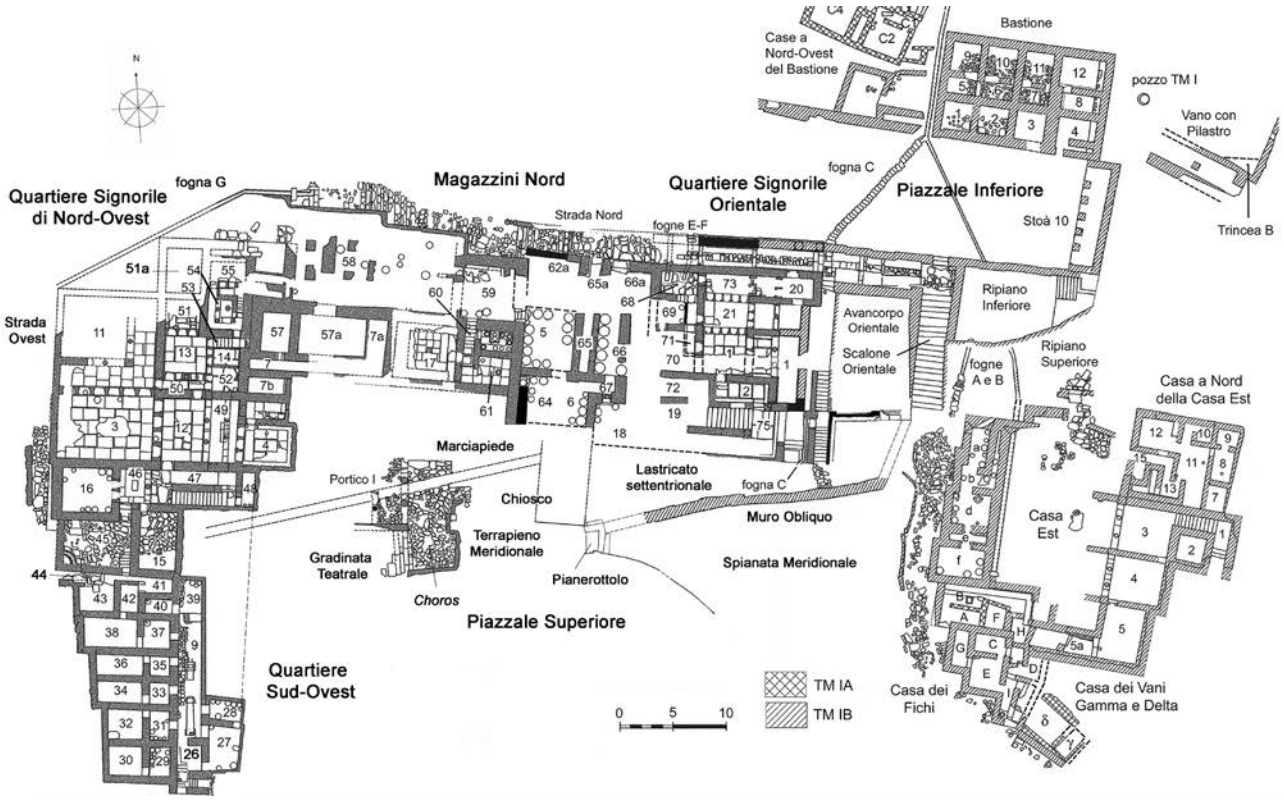


Fig. 5. Il settore meridionale dell'insediamento TM IB di Haghia Triada con proposte di integrazioni (elab. grafica M. Chiricallo da Puglisi 2003).

Un altro settore che riceve nuova luce se osservato in una prospettiva tridimensionale è quello costituito da Gradinata teatrale, *Choros* e Portico I (fig. 5). Assegnato dai primi scavatori al TM III[37], esso va in realtà retrodatato al TM I, come dimostrato dai saggi condotti da La Rosa nell'area nel 1987[38]. Tale conclusione è indirettamente confermata da due ulteriori circostanze. La prima è che, come già osservato da Stefani[39], la quota del Portico I è perfettamente compatibile con il livello raggiunto dalla scala 47 del vicino Quartiere di Nord-Ovest, se si restituisce una seconda rampa esattamente uguale a quella conservata. Questo dato suggerisce che le strutture superstiti del piazzale erano raccordate, attraverso una porzione dell'edificio oggi scomparsa, con il piano superiore della Villa. Un secondo dato che mette in relazione i due contesti è costituito dall'impronta di marciapiede conservata nel lastricato del *Choros*. Come è noto, nella pratica costruttiva minoica queste passerelle lastricate rialzate servivano a marcare i percorsi cerimoniali che conducevano all'interno dei complessi palaziali. Già Nicola Cucuzza ha opportunamente osservato come l'impronta del marciapiede che attraversa il *Choros* sia esattamente orientata in direzione del pianerottolo alla sommità della scala 75, ovvero del principale accesso monumentale al Quartiere Signorile Orientale[40]. Se ci rivolgiamo all'altra estremità del marciapiede, notiamo che l'impronta si arresta in corrispondenza della distanza più breve con la scala 47, principale via di accesso al piano terra del Quartiere Signorile di Nord-Ovest[41]. Tale corrispondenza, tuttavia, può risultare fuorviante. Ragionando in termini tridimensionali, infatti, l'accesso alla scala non poteva avvenire né da Nord, a causa della presenza del pozzo di luce 49, né da Est, ovvero dalla parte del vano 48, ma unicamente da Sud-Ovest, ovvero dal pianerottolo che dava accesso alla rampa settentrionale e che poteva essere raggiunto solo dal vano al di sopra di magazzino 15 (fig. 5). In questa prospettiva, assume nuovo significato un'ulteriore corrispondenza osservabile tra l'impronta del marciapiede e il Quartiere Signorile di Nord-Ovest, ovvero il fatto che l'estremo prolungamento della prima va ad innestarsi esattamente al centro del vano ipotizzabile al di sopra del magazzino 15. La presenza in quest'ultimo di due pilastri potrebbe corrispondere a due colonne al piano superiore, che avrebbero monumentalizzato l'accesso al Quartiere Signorile. Ovviamente, non vanno nascoste le numerose difficoltà legate all'ipotesi di un marciapiede che prosegua oltre il portico e si addentri così in profondità all'interno di spazi della cui

[37] Halbherr 1905a, pp. 367-370; Halbherr 1905b, pp. 239-241.
[38] La Rosa 1989b, p. 83.
[39] Halbherr, Stefani, Banti 1977, p. 38, tav. I.
[40] Cucuzza 2021, pp. 197-200.
[41] Halbherr, Stefani, Banti 1977, p. 119.

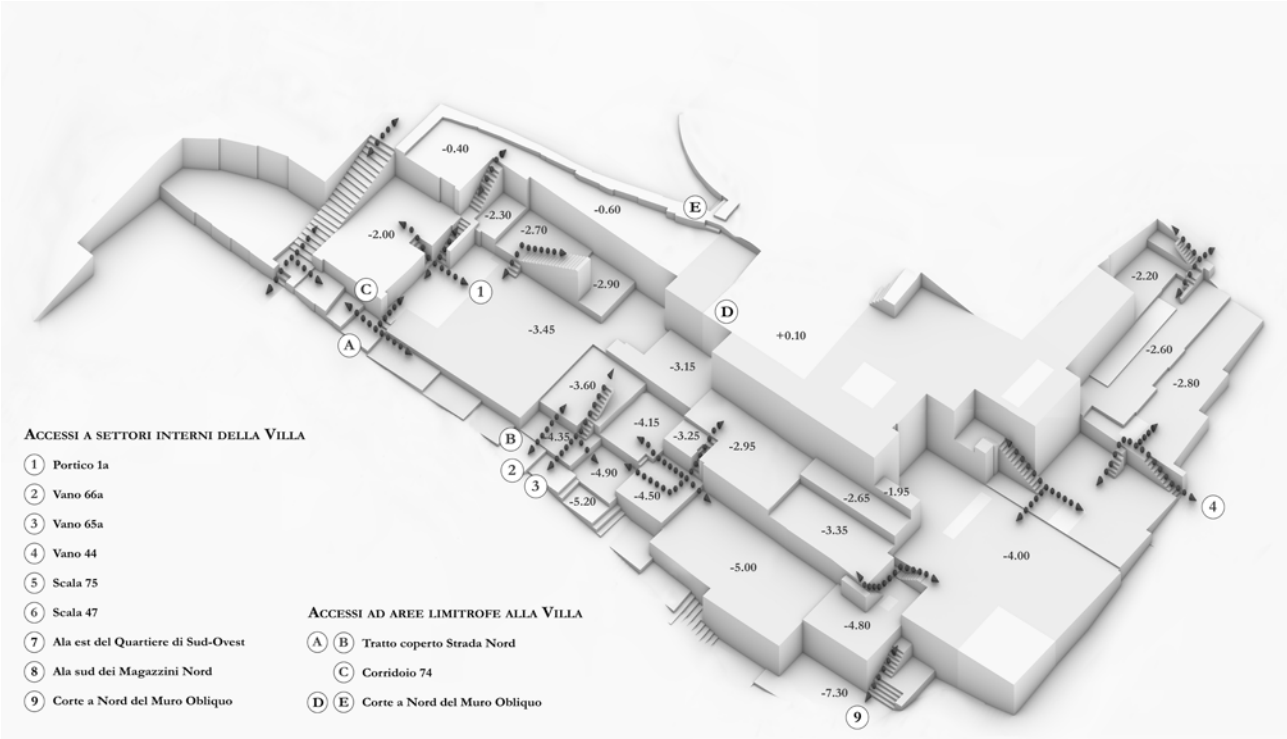


Fig. 6. Assonometria schematica dei livelli di calpestio del piano inferiore della Villa Reale con indicazione delle quote e degli accessi (elab. grafica M. Chiricallo).

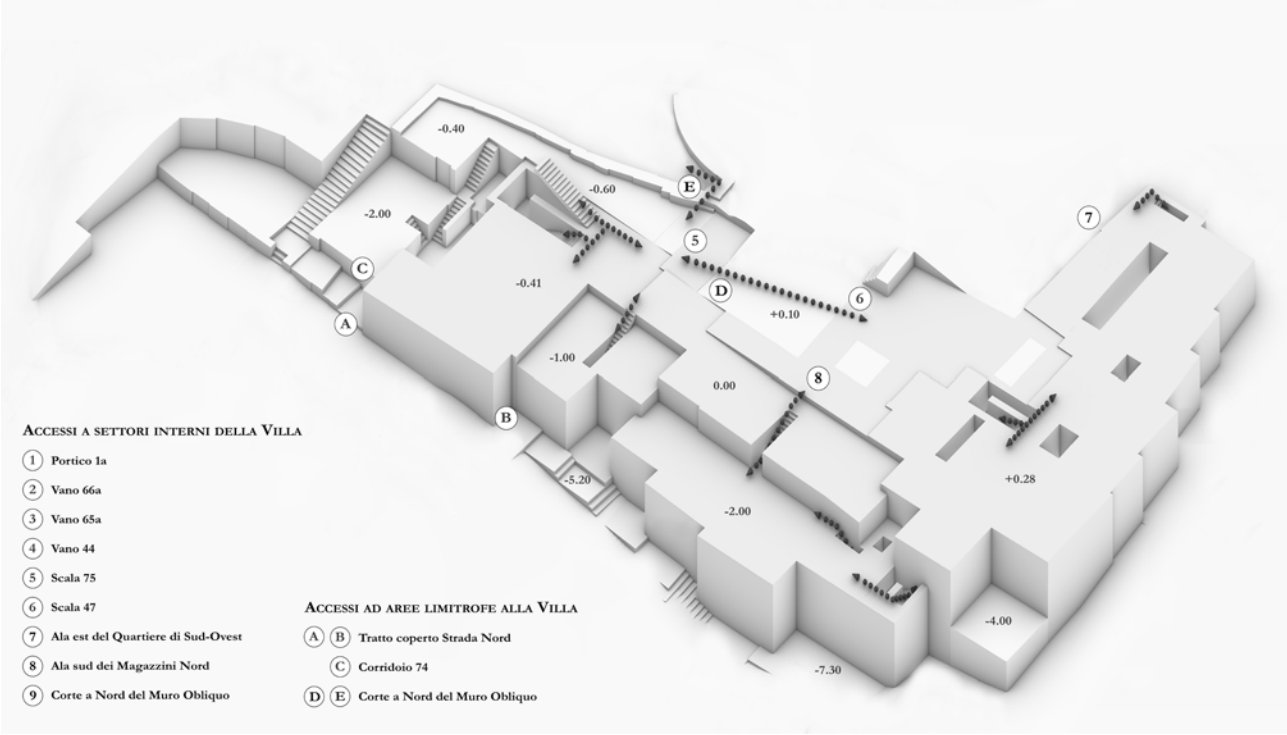


Fig. 7. Assonometria schematica dei livelli di calpestio del piano superiore della Villa Reale con indicazione delle quote e degli accessi (elab. grafica M. Chiricallo).

organizzazione originaria nulla si è conservato. Tuttavia, è innegabile che, se esaminate in una prospettiva tridimensionale, le corrispondenze sopra discusse confermano i forti legami architettonici che esistono tra Portico I e *Choros* da una parte e quartieri signorili dall'altra, offrendo per di più fondamentali informazioni circa le quote di calpestio del piano superiore nei due settori.

Grazie alla modellazione 3D è infatti facilmente verificabile che le scale 47 e 75 raggiungevano i piani superiori a quote che differivano di soli m 0,70, seguendo il pendio naturale del piazzale lievemente digradante da Ovest verso Est (fig. 6). È verosimile che questa quota fosse condivisa anche dagli altri settori della Villa gravitanti sul Piazzale Superiore. Lo suggeriscono sia considerazioni di carattere pratico e strutturale, sia il confronto con i livelli pavimentali dei settori del piano inferiore; questi ultimi appaiono piuttosto eterogenei, con una tendenza a mantenersi su livelli uniformi nei quartieri signorili e a frammentarsi in più terrazze adattate al pendio naturale nei settori di immagazzinamento (fig. 6). Si tratta di una interessante scelta progettuale, chiaramente atta a salvaguardare la monumentalità dei quartieri di rappresentanza e di contro alla volontà di economizzare lo sforzo costruttivo nei vani di servizio, e che tuttavia aveva almeno due rilevanti conseguenze sulla conformazione dei vani del piano terra. La prima era quella di conferire altezze interpiano nettamente diverse ai due quartieri signorili, con una differenza di circa un metro tra l'orientale, che si attestava intorno a m 3,00, e l'occidentale, che superava abbondantemente i m 4,00, alterando in tal modo tutto l'equilibrio modulare dei due complessi (fig. 7). La seconda conseguenza riguardava i settori di magazzino, i cui piani di calpestio, sebbene tutti compatibili con una copertura al livello del Piazzale Superiore, erano soggetti a notevoli oscillazioni, rimpicciolendosi in altezza man mano che ci si spostava verso i vani posti più in alto sul pendio. Per quanto molto difformi tra loro, si tratta comunque di dimensioni non anomale nel panorama dell'architettura monumentale palaziale, dove l'altezza media dei pianterreni dei vani principali di solito varia tra i 3,50 m e i 4,50 m, mentre nelle aree di servizio dei palazzi si mantiene tra i m 2,75 e 3,00[42].

È facile immaginare le complicazioni che tali variazioni dovevano comportare sia nella progettazione e realizzazione che nell'uso di questi vani, che tuttavia venivano evidentemente accettate in nome della comodità di avere un piano superiore su un livello omogeneo e facilmente raccordabile con il Piazzale Superiore. Rispetto a questo quadro generale, un discorso a parte va fatto per i magazzini disposti lungo il margine settentrionale dell'edificio (66a, 5, 59, 58) i quali avevano un calpestio molto più basso degli altri, a causa del più forte pendio della collina in questo settore (fig. 6), e che pertanto è verosimile che fossero coperti ad una quota anch'essa più bassa, presumibilmente oscillante tra m 1,00 e 2,00 al di sotto del Piazzale Superiore e del resto del piano superiore della Villa (fig. 7).

Se i solai così ipotizzati al di sopra del piano inferiore corrispondessero ad altrettanti vani coperti o fossero in parte sistemati a terrazza non è dato sapere con certezza. I principali indicatori a favore della prima ipotesi sono la presenza di cavità nei muri finalizzate all'alloggiamento di travi verticali, e l'attestazione di rinvenimenti a quote sufficientemente elevate da lasciar ritenere che si tratti di oggetti provenienti dal crollo del piano superiore. La presenza di questi elementi nei diversi vani della Villa è al momento ricostruibile solo sulla base delle notizie fornite dalla pubblicazione finale e andrà verificata più accuratamente sul campo e raffrontata con i taccuini dei primi scavatori. Sulla base delle notizie attualmente disponibili, tuttavia, la distribuzione spaziale dei due indicatori sembra comprendere gran parte dell'edificio, suggerendo che esso fosse quasi del tutto fornito di un piano superiore coperto. Le uniche eccezioni sono la fascia orientale del Quartiere Sud-Ovest, corrispondente ai vani 30-38 e 43-44, e la fascia settentrionale del Quartiere Signorile Orientale, ovvero i vani 68, 20 e 73 (fig. 5), al di sopra dei quali è verosimile che si estendesse un'unica ampia terrazza, combinata con la copertura della Strada Nord e dominante il Piazzale Inferiore e il Villaggio (fig. 7). Pensare, infine, che esistesse un terzo livello di calpestio coperto al di sopra del piano superiore appare, allo stato attuale della documentazione, un azzardo che, vista la totale assenza di dati, non è il caso di discutere ulteriormente in questa sede. [DP]

La ricostruzione dell'articolazione interna dei vani del piano superiore è ovviamente tra i compiti più ardui e complessi dell'analisi. Proiettare *tout cour* la disposizione attestata al piano terra, al livello del primo piano rappresenta, come è facile comprendere, un'operazione troppo semplicistica. Basti ricordare che, sebbene sia in linea generale da escludere l'aggiunta di tramezzature su parti vuote al piano terra, lo stesso criterio non può essere applicato al procedimento inverso, ovvero che tramezzature del piano terra siano state usate come supporti intermedi per sale più ampie al piano superiore. Una scelta del genere potrebbe aver avuto luogo, per esempio, al di sopra del magazzino 58, in una situazione che ha confronti interessanti con le proposte ricostruttive relative ai cosiddetti "piani nobili" con sale di ricevimento proposte da Graham al di sopra dei magazzini occidentali dei palazzi maggiori[43].

Come è facile immaginare, le possibili varianti sono numerosissime, anche se il loro numero può essere ridotto, da un lato, grazie ad una più attenta analisi dei dati strutturali, dall'altro dalle indicazioni funzionali che possono venire dall'esame dei reperti presumibilmente provenienti dai diversi settori dei piani superiori. Per una tale ricostruzione, tuttavia, occorrerà attendere il completamento delle indagini ed una sede in grado di accogliere un resoconto più dettagliato.

[42] Graham 1987, p. 188.

[43] Graham 1987, pp. 115-128.

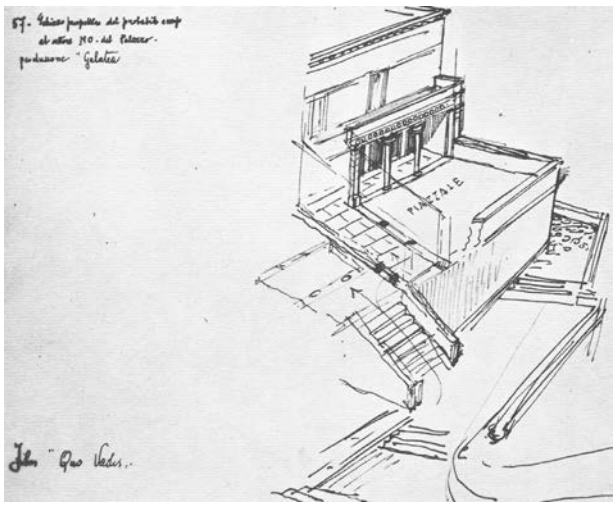


Fig. 8. E. Stefani, schizzo ricostruttivo del presunto ingresso nord-ovest alla Villa Reale (da Di Vita, La Rosa, Rizzo 1984, p. 169, fig. 242).

Tornando al Piazzale Superiore, un ulteriore settore che propone interessanti spunti di riflessione, soprattutto relativamente agli aspetti distributivi e agli accessi alla Villa dall'esterno, è quello compreso tra il Chiosco E e lo Scalone Orientale, marginato a Sud dai resti del cosiddetto "Muro Obliquo"[44] (fig. 5). Possente struttura muraria conservata per oltre m 26 e assegnata anch'essa al TM III nella pianta della pubblicazione finale, il suo primo impianto, privo delle strutture a gradoni che vi furono addossate successivamente, va probabilmente datato già al TM I, come suggerito da una serie di osservazioni di carattere stratigrafico risalenti ancora una volta ai saggi condotti nell'area da La Rosa nel 1987[45]. Poiché la posizione e la struttura a setti lievemente divergenti sconsigliano di assegnargli un ruolo portante, è credibile che esso svolgesse una funzione di recinzione e controllo degli accessi. Va infatti ricordato che, all'estremità occidentale, il muro fa sistema con un pianerottolo che funge da snodo di accesso a tre aree distinte: la Spianata Meridionale ad Est; l'area antistante il Chiosco E a Nord; e il Terrapieno Meridionale ad Ovest (fig. 5). La versione del pianerottolo oggi conservata risale al TM III, ma sappiamo dai primi scavatori che il muro meridionale del Chiosco esisteva già nel TM I, come recentemente ribadito da Cucuzza[46]. È possibile, pertanto, che il sistema dei percorsi attestato in epoca TM III ne ricalcasse uno analogo già in epoca TM I, nell'ambito del quale il Muro Obliquo, fornito di uno spiccato maggiore di quello oggi conservato, era destinato a impedire la libera fruizione dell'area del Corridoio 74 e dell'Avancorpo Orientale, dove avevano luogo con ogni probabilità importanti cerimonie collettive. La struttura conferma che il complesso sistema di controllo degli spazi a Nord della Villa, che includeva sia il tratto coperto della Strada Nord, sia probabilmente il Piazzale Inferiore, si estendeva anche a Sud, fino al livello del Piazzale Superiore (fig. 7), attraverso meccanismi di interazione ancora da chiarire ma che avevano un evidente legame con la gestione delle pratiche rituali di natura comunitaria che si svolgevano in questi settori.

L'insieme delle considerazioni fin qui sviluppate implica una significativa revisione del quadro frammentario e problematico dei sistemi di comunicazione della Villa con l'esterno e tra i vari settori interni offerto nella pubblicazione del 1977. Tra certi e probabili, il numero degli accessi a vani interni all'edificio sale a 9, mentre quello degli ingressi ai vani esterni raggiunge un totale di 5 (figg. 6-7). Tra i primi, quelli ancora conservati e riconoscibili con buon grado di certezza sono: l'apertura tra il corridoio 74 e il portico 1a presso il Quartiere Signorile Orientale (1); gli accessi affiancati ai vani 66a (2) e 65a (3) nei Magazzini Nord; e l'ingresso al vano 44 presso il Quartiere Servile (4) (fig. 6). A questi vanno affiancati i due accessi ai quartieri di rappresentanza ipotizzabili sulla base dell'impronta del marciapiede nel Piazzale Superiore, connessi rispettivamente alla scala 75 ad Est (5) e alla 47 ad Ovest (6) (fig. 7). Altri tre accessi non conservati, infine, sono ipotizzabili sulla base di considerazioni di opportunità funzionale, sebbene siano disponibili scarsi o nulli resti architettonici ad essi riferibili. Si tratta innanzitutto del raccordo ragionevolmente immaginabile tra l'ala orientale del Quartiere di Sud-Ovest e il Piazzale Superiore (7) (fig. 7). Un nesso analogo in quota con il Piazzale Superiore è altamente plausibile anche per il piano superiore dei Magazzini Nord (8) (fig. 7). Resta infine la possibilità, ventilata già dai primi scavatori, di un ingresso alla Villa da Nord-Ovest, che garantisse uno sbocco esterno ad un'area altrimenti lontanissima da accessi, nonostante fosse limitrofa alla Strada Nord. Il raccordo potrebbe essere stato allocato all'interno di un corpo di fabbrica che, in attesa di riscontri sul campo, è possibile ipotizzare a Nord del vano 51 sulla base di una pianta pubblicata da Stefani nell'edizione finale[47]. Qui secondo i primi scavatori era da collocarsi una scala di accesso alla Villa[48] (9) (fig. 6), che Stefani ebbe modo di rappresentare in uno dei suoi schizzi ricostruttivi (fig. 8). Il secondo gruppo di accessi riguarda i settori limitrofi al Quartiere Signorile Orientale. Tra questi accessi, i due

[44] Il muro è citato dai primi scavatori con questa denominazione in diversi passi dei taccuini pubblicati, da ultimo, in Cucuzza 2021, p. 251, T/48 e T/51, pp. 253-254, T/66; sul Muro Obliquo, cfr. anche D'Agata 1999, pp. 218-220, 229-231, dove, seguendo i primi scavatori, non si distingue tra il muro a setti e le strutture a gradoni ad esso addossate.

[45] Osservazioni condotte dal compianto V. La Rosa in associazione con D. Puglisi al momento della revisione dei dati di scavo del 1987 in vista della pubblicazione finale; quest'ultima è attualmente in preparazione da parte di D. Puglisi.

[46] Cucuzza 2021, pp. 48, 197-200.

[47] Halbherr, Stefani, Banti 1977, p. 34, fig. 9.

[48] Halbherr, Stefani, Banti 1977, p. 104.

più misteriosi dal punto di vista funzionale sono quelli che chiudevano il tratto coperto della Strada Nord (A, B) (figg. 6-7). Un ulteriore passaggio controllato da una porta si conserva allo sbocco settentrionale del corridoio 74 (C) (figg. 6-7). Manca, per quest'ultimo, un riscontro all'estremità meridionale, in corrispondenza della sommità della scala 74. Potrebbe trattarsi di una lacuna della documentazione, anche se sembra più plausibile che tutta l'area delimitata a Sud dal Muro Obliquo fosse controllata attraverso un sistema di accessi in origine posti all'estremità occidentale, e poi alterati e coperti nel TM III dal Chiosco E (D) e dal limitrofo pianerottolo (E) (figg. 6-7). Al sistema di accessi dall'esterno faceva riscontro un sistema di circolazione interno ancora in larga parte oscuro, ma anch'esso caratterizzato dalla tendenza a mantenere un basso livello di integrazione tra i diversi settori funzionali. Su tale settorializzazione hanno certamente influito le imponenti dimensioni del complesso, ma il dato va verosimilmente spiegato anche come l'esito di dinamiche comunitarie di gestione degli spazi, sulle quali ci sarà modo di discutere più distesamente in altra sede.

Il modello 3D consente, infine, di proporre stime quantitative rispetto alle effettive dimensioni della Villa molto più precise di quelle finora disponibili in bibliografia. Il piano inferiore raggiunge una superficie coperta complessiva di circa m^2 1500, a cui vanno aggiunti circa m^2 90 di pozzi di luce interni. Oltre m^2 1030, due terzi del totale, sono in questo livello dedicati ad ambienti di servizio, magazzini e sistemi distributivi (corridoi e scale); circa m^2 460 sono destinati agli ambienti cerimoniali e di rappresentanza. Sulla base delle altezze interpiano stimate per ciascuno di questi ambienti è possibile anche calcolare con un buon grado di accuratezza la consistenza volumetrica degli ambienti del piano inferiore, la quale si aggira intorno a m^3 4900: di questi, m^3 3200 sono dedicati ad ambienti di servizio, magazzini e sistemi distributivi, mentre i rimanenti m^3 1700 si riferiscono a vani cerimoniali e di rappresentanza.

I dati relativi al piano superiore sono, come si è visto, molto più frammentari e dunque ogni stima dimensionale sconta i limiti di una forte componente ipotetica. Se ammettiamo che gran parte di questo livello presentasse a sua volta un solaio di copertura e se a questa superficie aggiungiamo quella degli ambienti gravitanti sul Piazzale Superiore, di cui poco rimane, ma la cui presenza è assicurata, fra le altre cose, dall'esistenza del Portico I, è possibile affermare, con buon grado di approssimazione, che la superficie coperta di questo livello fosse anche maggiore di quella del piano inferiore, superando agevolmente i m^3 1600. Anche rispetto alla volumetria di questo livello, i dati a disposizione sono assai labili, in quanto mancano indicazioni certe su cui basare la ricostruzione delle altezze interpiano. Se si considera tuttavia che i vani dei piani superiori tendono a essere più ampi di quelli ai piani inferiori, ci si può aspettare che le loro altezze fossero anche mediamente maggiori[49]. Una stima della cubatura del piano superiore potrebbe quindi attestarsi intorno ai m^3 6000.

Escludendo dal computo per prudenza il calcolo delle superfici coperte al di sopra del piano superiore, che pure potevano essere utilizzate, se non come veri e propri vani, almeno come terrazze, si raggiunge comunque la ragguardevole cifra di quasi m^2 3500 per l'intero edificio, a cui si possono aggiungere, considerando i piazzali e le aree scoperte limitrofe, circa m^2 2000 di superficie di pertinenza esclusiva o semi-esclusiva della Villa. La sua volumetria, articolata e complessa, raggiungeva probabilmente una cubatura complessiva di oltre m^3 12000; per fare un rapido confronto orientativo, tale valore equivale a circa 40 moderni appartamenti medi di m^2 100 ciascuno. I nuovi dati dimensionali, più attendibili di quelli finora proposti, costituiscono un'ulteriore preziosa acquisizione, che consente di valutare con più consapevolezza l'impressionante mole dell'edificio. Quest'ultimo dato, associato ai precedenti, offrirà certamente nuovi spunti per più fondate osservazioni circa le forme di occupazione e uso della Villa Reale. [MC]

Osservazioni conclusive

L'esperienza di modellazione 3D intrapresa ad Haghia Triada apre nuove prospettive per una migliore comprensione dei complessi architettonici documentati nel sito, a partire dal più rilevante e complesso tra essi, ovvero la cosiddetta Villa Reale. Il resoconto fin qui svolto, sebbene sintetico e preliminare, propone diversi spunti di riflessione ai fini della definizione di procedure standardizzate da applicare anche ad altri analoghi contesti. Inoltre, la lunga rassegna delle nuove acquisizioni che riguardano diversi aspetti dell'architettura della Villa Reale dimostra quanto il procedimento di restituzione 3D, associato ad un vaglio rigoroso e critico dei dati, possa agevolare l'analisi di edifici conservati solo parzialmente, suggerendo che taluni dei limiti imposti dalle lacune documentarie, se affrontati con opportuna metodicità, possono risultare più apparenti che reali. L'auspicio conclusivo è che i risultati ottenuti ad Haghia Triada possano costituire un incentivo al radicarsi di un approccio tridimensionale che, attraverso il sistematico ricorso alle tecniche digitali di modellazione 3D, si rivolga in modo più convinto e rigoroso all'esplorazione della dimensione volumetrica dell'architettura minoica, finora ingiustamente trascurata a dispetto dell'indubbio ruolo che essa svolse nelle esperienze costruttive della Creta protostorica. [DP, MC]

[49] Graham 1987, p. 188.

Bibliografia

Alušík, Chalupka, Kopernicky 2011 = Alušík T., Chalupka M., Kopernicky D., *3D Virtual reconstructions of Minoan rural sites: the case of Livari Cheromylia (East Crete)*, in *ISPRS Archives*, XXXVIII-5, 2011, pp. 537-544

Alušík, Sovarova 2015 = Alušík T., Sovarova D., *The accuracy requirements and sources for 3D reconstructions of the prehistoric archaeological sites: the case of Agios Antonios Chomatas (Crete)*, in *ISPRS Archives*, XL-5, 2015, pp. 437-444.

Barceló 2000 = Barceló J.A., *Visualizing what might be. An introduction to Virtual Reality in Archaeology*, in Barceló J.A., Forte M., Sanders D. (a cura di), *Virtual Reality in Archaeology*, (*BAR* S843), Oxford 2000, pp. 9-36.

Barceló 2001 = Barceló J.A., *Virtual reality for archaeological explanation. Beyond "picturesque" reconstruction*, in *Archeologia e Calcolatori* 12, 2001, pp. 221-244.

Cucuzza 2021 = Cucuzza N., *Haghia Triada IV. Gli edifici Tardo Minoico III del Settore Meridionale* (Monografie della Scuola Archeologica Italiana di Atene XXXII), Atene 2021.

D'Agata 1999 = D'Agata A.L., *Haghia Triada* II. *Statuine minoiche e post-minoiche dai vecchi scavi di Haghia Triada (Creta),* (*Monografie S.A.I.A.* XI), Padova 1999.

Di Vita, La Rosa, Rizzo 1984 = Di Vita A., La Rosa V., Rizzo V (a cura di), *Creta Antica. Cento anni di archeologia italiana (1884–1984)*, Roma 1984.

Driessen 2005 = Driessen J., *On the use of upper floors in Minoan Neopalatial architecture*, in Bradfer-Burdet I., Detournay B. (a cura di), *Kres technites: l'artisan crétoise. Recueil d'articles en l'honneur de Jean-Claude Poursat, publié à l'occasion des 40 ans de la découverte du Quartier Mu,* 2005, pp. 83-88.

Frischer 2014 = Frischer B., *Cultural and Digital Memory: Case studies from the Virtual World Heritage Laboratory*, in Galinsky K. (a cura di), *Memoria Romana: Memory in Rome e Rome in Memory* (*Memoirs of the American Academy in Rome. Supplementary Volume* 10), 2014, pp. 151-162.

Graham 1956 = Graham J.W, *The Phaistos "Piano Nobile"*, in *AJA* 60, 1956, pp. 151-157.

Graham 1962 = Graham J.W, *The Palaces of Crete*, Princeton 1962.

Graham 1987 = Graham J.W., *The Palaces of Crete. Revisited edition*, Princeton 1987.

Halbherr 1905a = Halbherr F., *Lavori eseguiti dalla Missione Archeologica Italiana in Creta*, in *RAL* 14, 1905, pp. 365-405.

Halbherr 1905b = Halbherr F., *Rapporto alla Presidenza del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere sugli scavi eseguiti dalla Missione archeologica Italiana ad Haghia Triada e Festo nell'anno 1904*, in *Memorie dell'Istituto Lombardo* 21, 1905, pp. 235-254.

Halbherr, Stefani, Banti 1977 = Halbherr F., Stefani E., Banti L., *Haghia Triada nel periodo tardo-palaziale*, in *ASAtene* 55, 1977, pp. 7-296.

Hallager 1990 = Hallager E., *Upper floors in LM I Houses*, in Darcque P., Treuil R. (a cura di), *L'habitat égéen préhistorique. Actes de la Table Ronde internationale organisée par le Centre National de la Recherche Scientifique, l'Université de Paris I et l'École française d'Athènes (Athènes, 23-25 juin 1987)*, (*BCH Supplément* 19), Athènes 1990, pp. 281-292.

Hitchcock 2000 = Hitchcock L., *Minoan Architecture. A contextual analysis* (*SIMA-PB* 155), Jonsered 2000.

Jasink, Tucci, Cini 2012 = Jasink A.-M., Tucci G., Cini D., *MUSINT: a virtual habitat for relocated archaeological artifacts*, in Börner W., Uhlirz S., Dollhofer L. (a cura di), *Proceedings of the 16th International Conference on "Cultural Heritage and New Technologies" (Vienna 2011)*, Vienna 2012, pp. 185-200.

La Rosa 1988-89 = La Rosa V., *Considerazioni sul sito di Haghia Triada in età ellenistico-romana*, in *ASAtene* 66-67, 1988-89, pp. 259-275.

La Rosa 1989a = La Rosa V., *L'altare nel Piazzale dei Sacelli ad Haghia Triada*, in *Αφιέρωμα στον Στυλιανό Αλεξίου (Αριάδνη 5)*, 1989, pp. 93-98

La Rosa 1989b = La Rosa V., *Nouvelles données du Bronze Moyen au Bronze Récent à Haghia Triada*, in *Transition. Le monde égéen du Bronze Moyen au Bronze Recent* (*Aegaeum* 3), Liège 1989, pp. 81-92.

La Rosa 2001 = La Rosa V., *Il cimitero veneziano di Haghia Triada*, in *CretAnt* 2, pp. 237-293.

Leander Touati, Staub, Forsell 2021 = Leander Touati A.-M., Staub T., Forsell R., *From 2D and 3D documentation to 4D interpretation. Building archaeological conclusions and workflow strategies gained by remote study of insula V 1, Pompeii*, in *OpAthRom* 14, 2021, pp. 181-226.

Levi 1976 = Levi D., *Festòs e la civiltà minoica I*, (*Incunabula Graeca,* LX), Roma 1976.

Lembesi 1976 = Lembesi A., Ο οικίσκος των Αρχάνων, in *ArchEph* 1976, pp. 12-43.

Limoncelli 2018 = Limoncelli M., *Archeologia Virtuale a Hierapolis di Frigia: la restituzione dell'immagine della città*, in Livadiotti M., Belli Pasqua R., Caliò L.M., Martines G., (a cura di), *Theatroeideis. L'immagine della città, la città delle immagini*, (*Thiasos Monografie* 11), vol. II, 2018, pp. 217-234.

McEnroe 2010 = McEnroe J.C., *Architecure of Minoan Crete: Constructing Identity in the Aegean Bronze Age*, Austin 2010.

Michailidou 1990 = Michailidou A., *The Settlement of Akrotiri (Thera): a theoretical approach to the function of the upper storey*, in Darcque P., Treuil R. (a cura di), *L'habitat égéen préhistorique. Actes de la Table Ronde internationale organisée par le Centre National de la Recherche Scientifique, l'Université de Paris I et l'École française d'Athènes (Athènes, 23-25 juin 1987)*, (*BCH Supplément* 19), 1990, pp. 292-306.

Michailidou 2001 = Michailidou A., *Ακρωτήρι Θήρα. Η μελέτη των ορόφων στα κτήρια του οικισμού*, Αθήναι 2021.

Palyvou 1988 = Palyvou C., *Ακρωτήρι Θήρας. Οικοδομική Τέχνη και Μορφολογικά Στοιχεία στην Υστεροκυκλαδική Αρχιτεκτονική*, Αθήνα 1988.

Palyvou 2005 = Palyvou C. 2005, *Akrotiri, Thera: An Architecture of Affluence 3,500 Years Old,* Philadelphia.

Palyvou 2018 = Palyvou C., *Daidalos at work. A phenomenological approach to the study of Minoan architecture*, Philadelphia 2018.

Papadopoulos 2006 = Papadopoulos J.K., *The Art of Antiquity: Piet de Jong and the Athenian Agora* in Papadopoulos J.K. (a cura di), *The Art of Antiquity: Piet de Jong and the Athenian Agora,* Athens 2006, pp. 1-32.

Puglisi 2003 = Puglisi D., *Haghia Triada nel periodo Tardo Minoico I*, in *CretAnt* 4, 2003, pp. 145-198.

Puglisi 2011 = Puglisi D., *From the end of LM IA to the end of LM IB: the pottery evidence from Haghia Triada*, in Brogan T.M., Hallager E. (a cura di), *LM IB pottery. Relative chronology and regional differences, Athens 27-29 July 2007*, (*Monographs of the Danish Institute at Athens* 11), Athens 2011, pp. 267-289.

Shaw 2009 = Shaw J.W., *Minoan Architecture: Materials and Techniques,* (*Studi di Archeologia Cretese* VII), Padova 2009.

Shaw 2015 = Shaw J.W., *Elite Minoan Architecture. Its Development at Knossos, Phaistos and Mallia*, Philadelphia 2015.

Shaw, Shaw 2006 = Shaw J.W., Shaw M. (a cura di), *Kommos V. The Monumental Minoan Buildings at Kommos*, Princeton 2006.

Stanco, Tanasi 2011 = Stanco F., Tanasi D., *Experiencing the Past: Computer Graphics in Archaeology*, in Gallo G., La Rosa V., Stanco F., Tanasi D. (a cura di), *Radamante al computer. Archeologia e informatica nel mondo minoico: l'esperienza catanese*, Catania 2011, pp. 51-87.

Stanco, Tanasi, Privitera 2011 = *Rebuilding the Household Architecture of Minoan Crete: the Virtual Model of the VAP House at Ayia Triada*, in Gallo G., La Rosa V., Stanco F., Tanasi D. (a cura di), *Radamante al computer. Archeologia e informatica nel mondo minoico: l'esperienza catanese*, Catania 2011, pp. 125-135.

Tsakanika 2006 = Tsakanika E., *Ο δομικός ρόλος του ξύλου στην τοιχοποίια των ανακτορικού τύπου κτιρίων της Μινώικης Κρήτης*, Αθήνα 2006.

Whitelaw 2001 = Whitelaw T., *From Sites to Communities: defining the Human Dimensions of Minoan Urbanism*, in K. Branigan (a cura di), *Urbanism in the Aegean Bronze Age*, (*Sheffield Studies in Aegean Archaeology* 4), 2001, pp. 15-37.