

DECODIFICARE L'ARCHITETTURA FORTIFICATA: RILIEVO, LETTURA STRATIGRAFICA E RICOSTRUZIONE TRIDIMENSIONALE DEL CASTELLO DI OCRE (AQ)

1. RICOSTRUZIONE STORICA E STRATEGIE DI VALORIZZAZIONE

Il patrimonio culturale, da sempre, riveste un ruolo essenziale in relazione a processi identitari e di sviluppo sociale riguardanti le comunità e i loro territori. Musei, siti archeologici, testimonianze del passato nel tessuto urbano ed extraurbano sono spesso al centro di progetti in cui la memoria e il senso di appartenenza ai luoghi assumono una specifica rilevanza, mostrando l'attitudine dei beni storico-artistici ad intercettare le esigenze delle comunità locali. È in quest'ottica che il progetto dell'Ateneo aquilano di valorizzare le ricerche archeologiche del castello di Ocre (AQ) (REDI 1997; FORGIONE 2005/2006, 2010a, 2010b, 2011, 2015, 2016, 2018; REDI, PANTALEO 2006; REDI, FORGIONE 2015) – in collaborazione con la locale amministrazione comunale – ha preso vita: un sito architettonico di estremo interesse, ubicato in un'area ricca di emergenze storico-artistiche e archeologiche.

Dopo 10 anni di ricerche, pubblicazioni, conferenze scientifiche e divulgative, è risultato indispensabile mettere in campo ulteriori strumenti per una adeguata valorizzazione del sito, con dispositivi didattici e divulgativi efficaci e funzionali a “raccontare” la particolare storia legata al sito archeologico in questione. Con appositi accorgimenti e mirate strategie di valorizzazione, dunque, l'intento è consistito nel raccontare un modello unico di tipologia castrale e insediativa certamente riconducibile a un ambito culturale ascrivibile alla Francia settentrionale, e nello specifico alla regione della Normandia, sconosciuta finora a questi territori. Inoltre, il sito dopo il sisma del 2009 che ha colpito il territorio aquilano, risulta inaccessibile per gravi danni strutturali e quindi la necessità di renderlo fruibile da remoto è risultata ancora più impellente e l'unica strategia percorribile.

1.1 *Il contesto archeologico*

Il sito risulta ubicato a circa 12 Km dalla città dell'Aquila, in posizione strategica alla sommità del Monte Circolo, da dove controlla la vallata dell'Aterno che dai confini settentrionali immetteva direttamente verso le gole di collegamento con la Marsica e la costa abruzzese e, da qui, nel cuore del Regno normanno. Nonostante le fonti storiche citino nel territorio in esame per il periodo normanno, feudatari appartenenti esclusivamente a casate di origine franca e mai nobili d'Oltralpe, è risultato necessario non trascurare

sull'argomento anche un riscontro di tipo archeologico. I Normanni, al fine di rendere sempre più sicura la frontiera settentrionale del Regno, la dotarono di insediamenti fortificati di nuova concezione; non più solo residenze feudali, rocche ubicate su speroni rocciosi inaccessibili o accentramenti demici più o meno difesi, ma veri e propri villaggi fortificati realizzati sul modello francese della *motte and bailey*. La valenza di questo tipo di fortificazione era al tempo stesso residenziale e signorile; non ci sono dubbi sul fatto che nel Mezzogiorno questo modello sia apparso in seguito alla conquista normanna: in un paese dove non mancavano né cime rocciose né colline facili da fortificare una tale tipologia di fortificazione, che prevede l'erezione di una collina artificiale o la modellazione di speroni rocciosi, non si spiegherebbe altrimenti se non con l'importazione di modelli culturali e insediativi allogeni (DE BOÜARD 1975, 76-103).

Si tratta di insediamenti naturalmente difesi, data la particolare orografia del territorio, ai quali è stata data una caratteristica morfologia propria delle terre di origine, modellando i pendii e scavando fossati. Questa scelta permise di risparmiare tempo e manodopera, consentendo tuttavia di perpetrare un modello insediativo già largamente sperimentato e perfettamente congeniale alle proprie dinamiche di conquista e di controllo del territorio, nel quale il concetto della difesa è interpretato in chiave "passiva", basato su mura e fossati, e l'attenzione è focalizzata sull'ingresso (NOYÉ 2013, 29). Lo spazio interno è diviso in una bassa corte, dove trova posto il villaggio e l'unico ingresso previsto per l'insediamento – fortificati anch'essi – una motta rialzata e una bassa corte principale dove è ubicata l'area residenziale, il *donjon*, l'ultimo ridotto difensivo del complesso.

È proprio questa doppia valenza militare e residenziale che ha indotto i Normanni a scegliere la *motte and bailey* come tipologia insediativa più adatta al controllo di vasti territori di frontiera. Eventuali assediati, infatti, avrebbero dovuto conquistare prima l'ingresso, il *ballium* (il villaggio fortificato e difeso da alte mura prima di legno e poi di pietra), la motta (o l'éperon *aménagé*) circondata da un profondo fossato, e solo dopo il robusto *donjon* ubicato dalla parte opposta dell'ingresso. Ovviamente anche la valenza simbolica di questa tipologia insediativa giocò un ruolo fondamentale, oltre alla sua enorme capacità di includere e attirare un elevato numero di persone interessate a risiedere in un insediamento ben fortificato e protetto.

L'esempio di architettura militare normanna meglio conservato di cui è stato possibile ricostruire l'originario impianto è costituito proprio dal castello di Ocre. Attualmente il fortilizio si presenta come un borgo fortificato di impianto tardo medievale, ma le indagini archeologiche e un'attenta lettura delle strutture murarie sopravvissute condotte in occasione di questo lavoro, hanno permesso di individuare almeno 4 periodi di attività, scanditi in 14

fasi di frequentazione e di restituire le dinamiche costruttive e insediative dell'intero complesso (FORGIONE 2018):

Periodo I (Fase I e II): *prima metà del XII secolo*

Appartiene a questa prima fase di frequentazione la prima *motte and bailey* che includeva l'abitato di legno e terra ubicato nel *ballium* e la fortificazione vera e propria posta a Sud, la motte e la bassa corte con il suo *donjon*. L'intero insediamento doveva essere completamente circondato da un fossato asciutto ricavato nella roccia e da una palizzata anch'essa lignea.

Periodo I (Fase III): *metà del XII secolo*

Durante questa fase avvenne la dismissione dell'insediamento ligneo e il riempimento delle fosse granarie con il materiale di risulta.

Periodo II (Fasi I-II): *metà del XII secolo*

In concomitanza con la fase precedente avvenne lo sbancamento della collina e la liticizzazione dell'insediamento in legno, di cui fanno sicuramente parte le abitazioni in pietra del *ballium* indagate nell'Area 20.000 e il palazzo nobiliare della bassa corte individuato nell'Area 10.000. Alla stessa fase appartengono anche la cinta muraria semicircolare che perimetrava il *ballium* e la bassa corte Sud, di cui rimane traccia in un lacerto di muro a ridosso del *donjon*.

Periodo II (Fasi III e IV): *fine XIII secolo-inizi XIV secolo*

A questa fase di frequentazione è da ascrivere il progressivo abbandono del *ballium* e delle sue abitazioni; probabilmente le strutture superstiti vennero volontariamente distrutte, così come la cinta muraria semicircolare, per evitare di fornire a possibili assediati una comoda postazione di attacco.

Periodo III (Fase I): *inizi del XIV secolo*

Trasformazione dell'originaria bassa corte nobile in un borgo fortificato di impianto trecentesco, compreso dal circuito inscritto dalle torri Nord, Nord/Ovest e Nord/Est, dai basamenti a scarpa delle relative cortine murarie, oltre che dalle strutture individuate alle spalle del *donjon* normanno (Area 10.000).

Periodo IV (Fase I): *metà XIV secolo*

Il castello svevo venne ampliato e modificato, assumendo la morfologia attuale, quella cioè di un recinto trapezoidale. L'evoluzione della fortificazione avvenne, probabilmente, dopo l'assedio di Niccolò dell'Isola del 1293, che danneggiò gravemente il fortilizio. In questa fase il sito doveva presentare ancora caratteristiche peculiari di una fortificazione: sono visibili, infatti, lungo la cortina muraria Nord/Est e quella Sud/Ovest, le originarie merlature tamponate durante le fasi successive, quando il sito perse la sua funzione militare e strategica.

Periodo IV (Fasi II e III): seconda metà del XIV secolo

Il castello iniziò ad assumere la morfologia attuale, con gli isolati ubicati al centro del recinto che iniziarono a convergere verso la chiesa posta nell'estremità Sud/Est dell'insediamento.

Periodo IV (Fasi IV-V): XVI secolo

Ultima fase edilizia del complesso, durante la quale vennero realizzati gli edifici in aderenza alle mura difensive del borgo, privandole del loro carattere militare. Infatti, dopo i devastanti assedi delle truppe di Fortebraccio da Montone nel 1423 e dei Lanzichenecchi al seguito del vicerè Filiberto di Chalon principe d'Orange nel 1529, Ocre progressivamente perse il suo carattere militare e strategico di controllo del territorio: i documenti del XVI secolo non citano più Ocre come *castrum* bensì come *villa*.

Periodo IV (Fase VI): XVIII secolo

A questa fase appartiene il definitivo abbandono del sito, probabilmente in seguito del sisma del 1703 che apportò numerosi danni, tanto da spingere i pochi abitanti rimasti a trasferirsi negli altri insediamenti gravitanti nel territorio.

Il castello di Ocre costituisce un documento utilissimo per la comprensione dell'architettura normanna in Italia Meridionale: al suo interno non solo è stato individuato uno dei pochi contesti d'uso di un abitato di epoca normanna con continuità di vita – del quale è stato possibile distinguerne il ceto sociale – ma si è potuto individuare anche un ipotetico “castello-matrice” in Normandia. Il castello, infatti, risulta identico per morfologia e tipologia di insediamento alla motta di Olivet a Grimbosq, nella regione di Calvados, in Normandia: potremmo quindi trovarci in presenza di un vero e proprio “modello insediativo” esportato e applicato in uno dei nuovi territori conquistati. Quanto esposto rende ancor più utile il progetto presentato in questa sede, fornendo un indispensabile strumento per la comprensione delle complesse vicende costruttive e insediative del sito.

A.F.

Tabella riassuntiva			
Periodo	Fase	Cronologia	Attività
I	I e II	prima metà del XII secolo	Impianto della <i>motte and bailey</i> in legno
I	III	metà del XII secolo	Dismissione dell'insediamento ligneo
II	I-II	metà del XII secolo	Sbancamento della collina e liticizzazione della <i>motte and bailey</i>
III	I	inizi del XIV secolo	Trasformazione dell'originaria <i>motte and bailey</i> nobile in borgo fortificato
IV	I	metà XIV secolo	Ampliamento del borgo fortificato
IV	II-III	seconda metà del XIV secolo	Realizzazione della chiesa e degli isolati al centro del borgo
IV	IV-V	XVI secolo	Realizzazione degli edifici in aderenza alle mura difensive del borgo
IV	VI	XVIII secolo	definitivo abbandono del sito

2. RILIEVO, ANALISI DI ARCHEOLOGIA VIRTUALE E DIVULGAZIONE

La ricerca¹ si è focalizzata sull'analisi delle rovine del castello di Ocre, interpretate attraverso una lettura storico-architettonica e messe in relazione con i risultati delle campagne di scavo archeologico svolte negli anni precedenti dalla cattedra di Archeologia Medievale dell'Università dell'Aquila (REDI 1997; FORGIONE 2010a, 2011; REDI, FORGIONE 2015). L'indagine ha mirato a ricostruire in modo diacronico e articolato le principali fasi evolutive e le trasformazioni strutturali del complesso fortificato. Le attività condotte si inseriscono nell'ambito di un'analisi di archeologia virtuale, orientata alla restituzione tridimensionale computerizzata del sito, secondo le metodologie discusse nel dibattito sulla Virtual Archaeology (REILLY 1990; BARCELÓ *et al.* 2000; FRISCHER *et al.* 2002; SANDERS 2008).

L'impostazione temporale delle fasi di lavoro è stata articolata in quattro operazioni principali:

1. Reperimento della bibliografia prodotta nel contesto della valle dell'Aterno, e in generale dell'intero territorio abruzzese, inerente le dinamiche insediative tra X e XV secolo, insieme alla documentazione, edita e non, delle indagini archeologiche effettuate sul monte Circolo.
2. Acquisizione dei dati analitici attraverso rilievi mirati sul sito del castello di Ocre e impostazione di un sistema di catalogazione informatizzato volto all'inquadramento cartografico dell'area e all'elaborazione e catalogazione delle informazioni archeologiche, architettoniche, morfologiche e geografiche.
3. Processamento dei dati raccolti per l'analisi di archeologia virtuale, individuazione di tre macro-fasi principali e restituzione delle stesse in forma di ricostruzioni virtuali tridimensionali.
4. Finalizzazione con la produzione di contenuti digitali, volti alla fruizione degli elaborati.

4.1 *Analisi del manufatto*

Nell'approccio analitico del complesso si possono distinguere due principali fasi di ricerca: la prima, di revisione bibliografica ed archivistica; la seconda, dedicata alla lettura tecnica delle murature e delle tecniche costruttive, affrontato dapprima sulla base di una indagine sul campo,

¹ Il presente lavoro è stato sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca "Decodificare l'architettura fortificata: rilievo, lettura stratigrafica e ricostruzione tridimensionale del castello di Ocre (AQ)" e realizzato dallo scrivente nel periodo dal 1 marzo 2022 fino al 28 febbraio 2023. Riferimento: delibera Rep. n. 170/2021 Prot. n. 5074 del 02/12/2021 dell'Università degli Studi dell'Aquila con la quale il Consiglio del Dipartimento di Scienze Umane ha istituito n. 1 assegno di ricerca, bandito dal Prof. Alfonso Forgione.

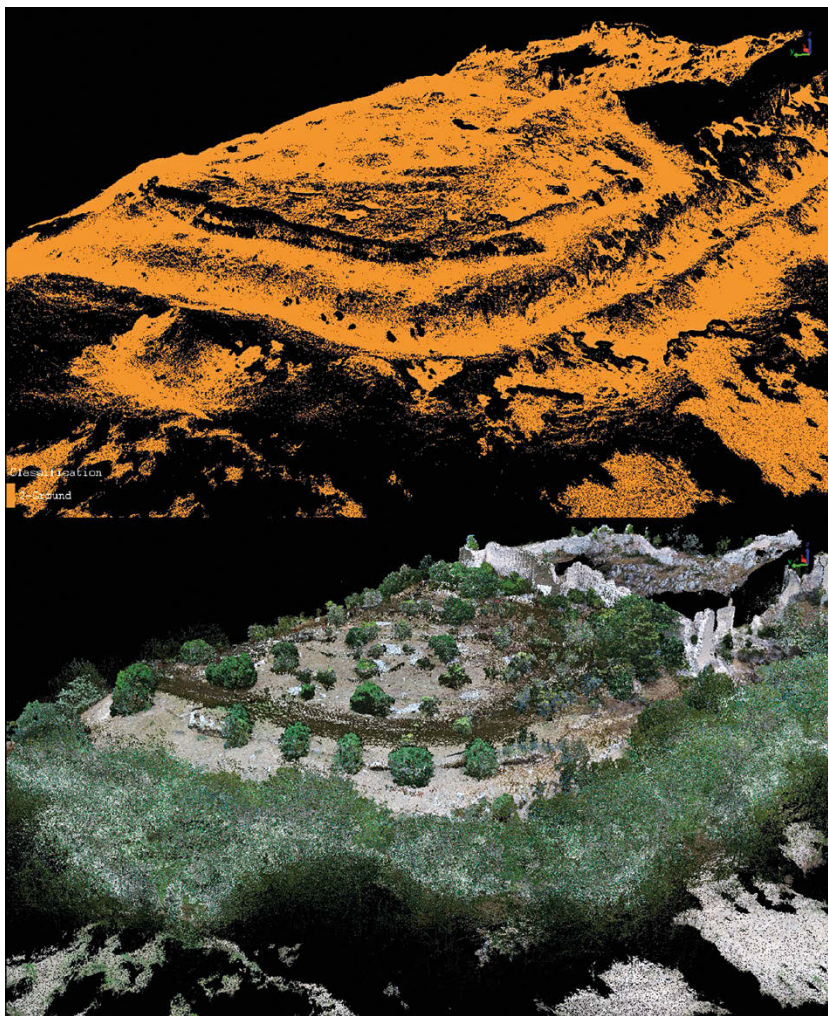


Fig. 1 – Elaborazione in ambiente 3D della nuvola di punti acquisita tramite laser-scanner Leica BLK2GO.

poi seguita da un puntuale lavoro di interpretazione e comprensione delle tipologie costruttive, classificate secondo una sequenza cronologica e tecnologica, insieme all'analisi degli accorgimenti costruttivi riconoscibili in punti specifici della costruzione.

Sotto il profilo interpretativo storico-archeologico, il castello di Ocre costituisce un importante riferimento per castellogia aquilana e abruzzese,

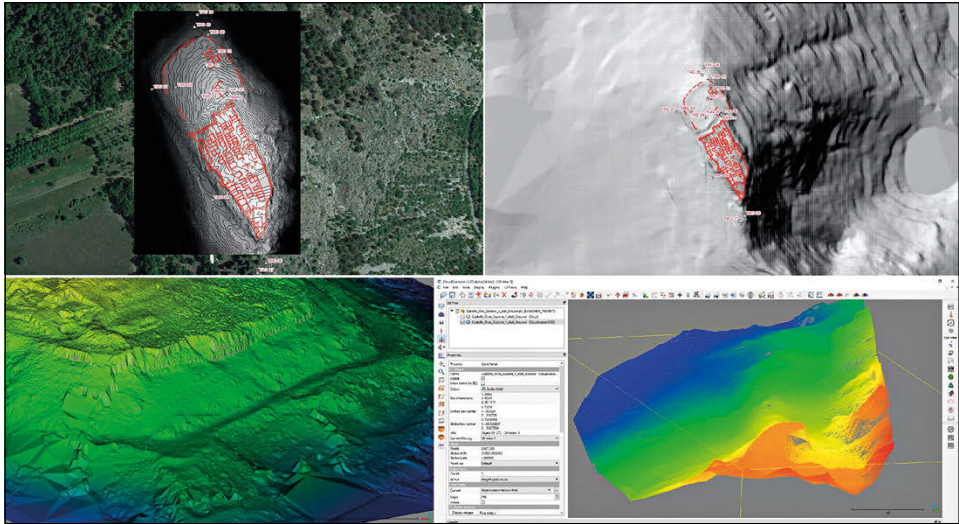


Fig. 2 – Gestione dati geografici su piattaforma GIS ed elaborazione dei DTM.

non solo per quanto riguarda l'impostazione architettonica del monumento, ma anche per quanto attiene agli aspetti paesaggistici e strategici, caratterizzanti l'intero rilievo del Monte Circolo nella sua posizione panoramica e predominante sull'intera vallata dell'Aterno (per l'interpretazione delle fasi evolutive del castello, si rimanda al contributo di A. FORGIONE in questo stesso articolo).

2.1 *Acquisizione dei dati*

Il lavoro sul campo ha avuto inizio dall'acquisizione di informazioni metriche tridimensionali e colorimetriche funzionali a un'analisi da remoto dei manufatti interessati da un avanzato processo di degrado – soprattutto a causa degli eventi sismici del 2009 e per questo non approcciabili in sicurezza in maniera autoptica – al fine di pervenire ad una comprensione degli aspetti urbanistici e architettonici del complesso castrense.

Un passaggio preliminare indispensabile è stato l'inquadramento cartografico dell'area, con l'acquisizione e implementazione, in ambiente GIS, della documentazione reperibile sui geoportali istituzionali (DBT, CTR raster, DEM, etc.) e la realizzazione di nuovi geodati ottenuti tramite rilievo strumentale. In particolare, si è provveduto alla realizzazione di una rete di inquadramento topografico, materializzata temporaneamente al suolo con mire mobili, a cui sono stati collegati i rilievi realizzati mediante Laser Scanner Leica BLK2GO e le immagini prodotte tramite APR (Aeromobile

a Pilotaggio Remoto) ed elaborate attraverso un processo di SfM (*Structure from Motion*).

Per la registrazione dei dati tridimensionali, la recente acquisizione di un laser scanner Leica BLK2GO, da parte dell'Università degli Studi dell'Aquila, ha orientato questa fase del lavoro ad un approccio di tipo sperimentale, volto a valutare vantaggi e limiti legati all'utilizzo di questa tipologia di strumento in contesti diversi da quelli "chiusi", per lo più architettonici e urbani, per i quali l'apparecchiatura è stata originariamente concepita². La logica che ha sotteso alla pianificazione dell'intervento di rilievo, quindi, si basa sul principio dell'integrazione tra due differenti tecniche volte a superare lo "sbarramento" costituito dalla copertura arborea e dalla inaccessibilità di alcune aree. Si è utilizzato, quindi, il laser scanner da terra per la parte esterna alle mura del castello svevo-angioino e le riprese fotografiche da APR per tutte le parti difficilmente accessibili, in particolar modo per le alte cortine murarie³ (Fig. 1). Questo approccio ha limitato l'acquisizione dei settori interni alle mura, per i quali si è ritenuto non opportuno effettuare il rilievo da terra per problemi legati alla sicurezza degli operatori. Tuttavia, per questa porzione del complesso si disponeva già di un'ampia base di dati metrici, derivante da rilievi effettuati prima dell'evento sismico del 2009⁴.

Le attività di rilievo hanno inizialmente previsto la definizione della rete di inquadramento topografico, ottenuta mediante l'uso dell'antenna Rover GNSS RTK Leica GS18 e successivamente elaborata con il software Leica Infinity 3.2⁵. Un passaggio preliminare fondamentale è consistito nella creazione di un primo sistema informativo in ambiente GIS, nel quale sono stati integrati, i supporti cartografici numerici ad alta risoluzione (DBT e DEM)⁶ e le planimetrie del complesso architettonico già realizzate, alcune delle quali edite (Fig. 2). Dopo aver acquisito tutti i dati, si è proceduto alla generazione delle *mesh* per la ricostruzione volumetrica delle strutture.

² Rilievo strumentale tridimensionale su una superficie di circa 16.000 m² con la restituzione di circa 4 miliardi di punti.

³ Rilievo fotogrammetrico effettuato su 1.246 fotogrammi con la restituzione di 226 milioni di punti su una superficie di circa 35.000 m².

⁴ Si ringrazia per questo l'arch. Nardis che da decenni "monitora" il castello di Ocre.

⁵ Il lavoro di rilievo è stato realizzato con il supporto logistico e strumentale di I.A. Consulting S.r.l., con il coordinamento sul campo e l'elaborazione dati di Luca Di Lorenzo e Antonio Leopardi.

⁶ L'acquisizione di dati per una superficie di circa 100.000 ettari di territorio riferibili alla cartografia numerica della regione Abruzzo, in particolare del DTM in scala 1:5.000 e dei dati Lidar della valle dell'Aterno, hanno successivamente premesso l'elaborazione in ambiente 3D del contesto paesaggistico del castello di Ocre e dell'intero comprensorio aquilano.

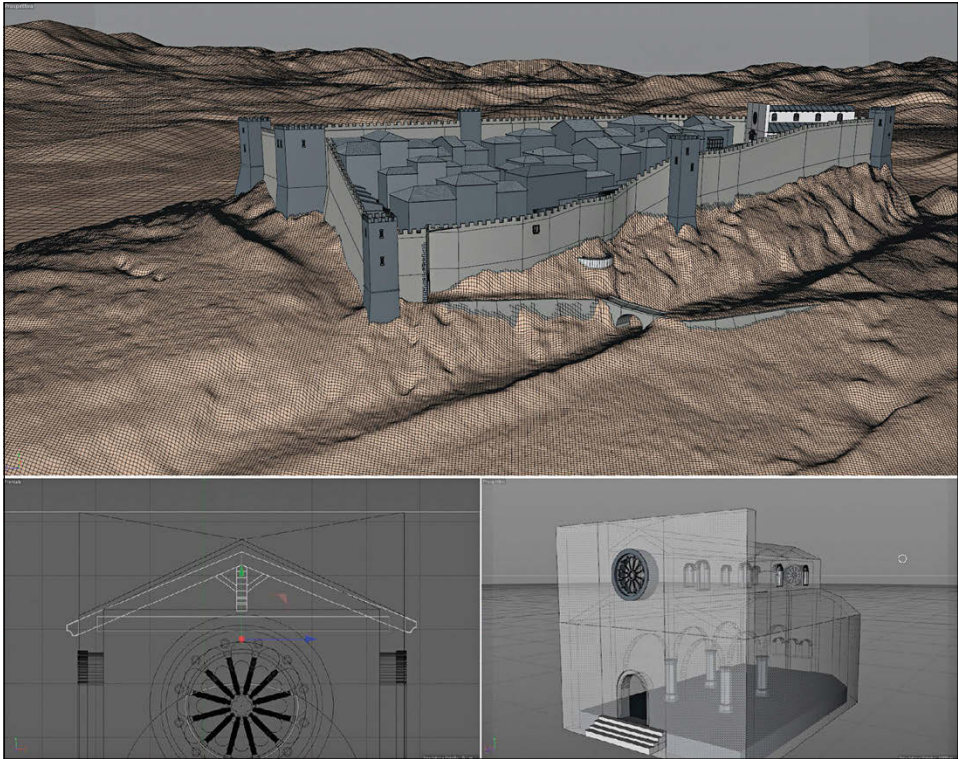


Fig. 3 – Modellazione volumetrica delle strutture e restituzione modello digitale del terreno (DTM).

2.2 La ricostruzione tridimensionale

I dati in formato vettoriale, elaborati sulla piattaforma GIS, sono stati successivamente trasferiti in ambiente di modellazione avanzata, mantenendo le informazioni di georeferenziazione. Per ovviare al problema del valore elevato delle coordinate cartesiane, si è provveduto all'applicazione di un global shift. In questo modo è stato semplice integrare nel software di modellazione 3D le informazioni che venivano man mano raccolte ed elaborate sulla piattaforma GIS. Le planimetrie sono state georiferite e vettorializzate, mentre prospetti e sezioni sono stati acquisiti e utilizzati per la successiva analisi degli alzati (Fig. 3).

La complessa sequenza edilizia del *castrum* ha posto un chiaro problema di scelta delle fasi su cui concentrare l'attenzione ai fini della restituzione ricostruttiva virtuale. In particolare, le fasi normanne del complesso (Periodo I e II) sono state ricostruite grazie alle indagini



Fig. 4 – Elaborazione dei volumi ricostruiti con l'applicazione delle texture e dei materiali.

archeologiche condotte dall'Università dell'Aquila, che hanno consentito di ricostruire un assetto tipologico delle unità abitative presenti nel *ballium*, su cui si è basata la scelta di uno specifico modello insediativo dell'area nord, e di ottenere informazioni puntuali sull'orografia originaria e sulle trasformazioni connesse all'impianto dell'insediamento. L'abitato si articolava lungo terrazzamenti, ricavati nella roccia già dalle prime fasi, che seguivano l'andamento naturale del declivio. Con la stessa metodologia interpretativa è stato impostato il tracciato delle difese passive esterne, ovvero sulla sommità del salto di quota più esterno che risulta essere verosimilmente artificiale e legato al primo sistema difensivo normanno. Le indagini archeologiche condotte all'interno delle mura della fase svevo-angioina, hanno restituito i resti del dongione e la ripartizione della corte nobile del periodo I e II (FORGIONE 2011, 2018).

Un approccio analogo è stato adottato per la ricostruzione della fase litica dell'insediamento normanno, che segue in gran parte la stessa distribuzione topografica degli edifici della fase precedente. I terrazzamenti risalenti alla fase lignea furono ampliati per ospitare abitazioni in pietra,



Fig. 5 – Restituzione delle fasi evolutive del castello: a) fase normanna con strutture lignee – Periodo I e II; b) fase normanna con strutture in pietra – Periodo III; c) fase svevo-angioina – Periodo IV.

caratterizzate da piante più ampie e, per lo più, sviluppate su due livelli. Per quanto riguarda la fase svevo-angioina del castello di Ocre (Periodo IV; Fig. 4), le numerose trasformazioni che hanno interessato il sistema difensivo, chiaramente connesse ai mutamenti nel panorama geopolitico così come nella poliorcetica, hanno reso impossibile, nell'economia del presente lavoro, restituire una completa rappresentazione evolutiva delle strutture delle mura. Si è quindi optato per la ricostruzione di un ideale momento intermedio della vita del sistema difensivo, nel quale fondere i principali elementi caratterizzanti le diverse fasi. Per tale ragione, ad esempio, si è scelto di restituire il cammino di ronda con merlature e, parallelamente, inserire nelle torri le feritoie a fenditura rettangolare, usate dagli arcieri, quelle a croce dei balestrieri e quelle circolari legate all'utilizzo di archibugi e moschetti (Periodo IV, Fasi IV-V; Fig. 5).

Sotto il profilo dell'articolazione planimetrica, una volta individuato il momento diacronico da restituire secondo i criteri esposti sopra, il castello presentava poche incertezze, per cui l'attenzione maggiore è stata concentrata sullo sviluppo altimetrico dei diversi corpi di fabbrica e sulla loro relazione con la viabilità interna, fortemente condizionata dall'articolata orografia della parte sommitale dell'altura.

Una volta acquisiti nell'ambiente di 3D Modeling i diversi modelli digitali del terreno, si è proceduto allo sviluppo dell'edificato concentrandosi inizialmente sugli aspetti volumetrici. Questo ha permesso di pervenire immediatamente ad una più chiara comprensione dello spazio interno del complesso e dell'articolazione della viabilità, che doveva essere in parte carabile – lungo l'asse principale dell'abitato con svolta nel piazzale antistante la chiesa – e in parte esclusivamente pedonale, caratterizzata probabilmente da gradonate.

Definite le altezze dei singoli fabbricati e del sistema difensivo, si è passati all'analisi e modellazione delle coperture e degli elementi plastici di superficie (portali, cornici di finestre, mensole o altri elementi aggettanti), basandosi sulla scansione dei piani stimati per i singoli edifici (dove non ricostruibili con certezza) e sui modelli attestati nella locale tradizione architettonica.

La chiesa rappresenta un caso di particolare interesse, tanto da essere stata oggetto di modellazione dello spazio interno per consentire una visita virtuale. La conservazione dei muri perimetrali e delle basi ottagonali di quattro pilastri ha reso possibile la ricostruzione dell'articolazione interna dell'edificio di culto, caratterizzato da un impianto basilicale a tre navate con un coro di forma quadrangolare. Il modello di riferimento, sebbene di dimensioni significativamente più ridotte, richiama chiaramente quello della basilica di Collemaggio dell'Aquila (MORETTI 1972; PEZZUTI 2006; REDI 2006), con cui presenta evidenti analogie e soluzioni architettoniche affini.

Il lavoro di ricomposizione in ambiente virtuale del contesto castrense è proseguito con l'analisi e restituzione degli effetti di superficie delle geometrie modellate. Anche in questo caso si è cercato di seguire un approccio filologico basato principalmente sulla lettura degli alzati e delle tecniche murarie impiegate, sia nel sistema difensivo che nei diversi corpi di fabbrica dell'abitato fortificato, in riferimento alle singole fasi ricostruttive. Dall'analisi delle strutture superstiti, ad esempio, si è chiaramente dedotto come le murature degli edifici abitativi fossero intonacate con malta di calce colorata con pigmenti naturali. Questo è stato riproposto nella scelta della texture da applicare agli edifici. Le singole abitazioni, infatti, sono state differenziate per tipologia di colore e finitura.

La fase di renderizzazione, ovvero della caratteristica propria dei software di ricostruzione tridimensionale di rendere le forme e le texture in formato raster di particolare dettaglio, ha rappresentato una delle parti più complesse e dispendiose del lavoro, sia in termini di tempi di elaborazione sia di risorse di calcolo necessarie per la produzione dei video⁷. Senza entrare

⁷ Per fornire un'idea dei tempi di elaborazione (Apple Mac Studio M1 Max | 10 Core CPU | 24 Core GPU | RAM 32GB) si è calcolato che ogni frame di filmato prodotto in 4K (risoluzione

in particolari tecnicismi di impostazioni del software di modellazione e di renderizzazione utilizzato, si riporta solo che si è privilegiata la qualità delle immagini prodotte, accettando tempi di elaborazione lunghi per garantire un risultato visivo di maggiore definizione, in modo da rendere l'esperienza immersiva dei filmati – sia in 4K sia in VR360 – quanto più dettagliata e coinvolgente possibile.

2.3 Impostazione dello storytelling e sceneggiatura dei filmati

Il processo di elaborazione, a nostro avviso, non può prescindere dal racconto del percorso tecnico e scientifico di analisi del monumento, ma principalmente dovrà essere comprensibile ed accessibile ad un numero quanto più ampio di pubblico, appartenente a diverse categorie anagrafiche e di livello di istruzione⁸. Con questo intento, l'approccio alla stesura di uno storytelling è stato sin dal principio concepito con una finalità didattica/divulgativa volta a sfruttare le potenzialità della narrazione multimediale. In questa prospettiva, i contenuti sono stati calibrati in modo tale da poter essere veicolati attraverso differenti canali web di distribuzione dei contenuti, senza tuttavia rinunciare alla rigosità scientifica dell'approccio analitico, di rilevanza e di studio del contesto in esame.

Inizialmente, si è considerata l'opzione di gestire le ricostruzioni tridimensionali attraverso una piattaforma di sviluppo di videogiochi interattivi (Unity Engine, Unreal Engine, etc.) che avrebbero consentito agli utenti di esplorare autonomamente l'ambiente virtuale. Tuttavia, una valutazione dei benefici rispetto a questa ipotesi ha portato a una diversa decisione. Sebbene questa opzione avrebbe potuto attrarre il pubblico più giovane abituato all'utilizzo dei videogames, di contro avrebbe potuto costituire un ostacolo per altri utenti, distogliendo l'attenzione dai contenuti a vantaggio delle dinamiche ludiche. Inoltre, lo sviluppo di una piattaforma di gaming avrebbe richiesto risorse informatiche e di sviluppo non contemplate nel contesto del progetto di ricerca. Tale scelta, tuttavia, non esclude la possibilità di esplorare in futuro nuove modalità di fruizione dei contenuti, già idonei a tali implementazioni.

4096x3112 pixel) ha avuto bisogno di circa 6 minuti di elaborazione e che ogni secondo di filmato è composto da 30 frame. Quindi, ad esempio, per un filmato di 10 secondi, con l'elaborazione di 300 singoli frame, ci sono voluti di circa 30 ore di elaborazione!

⁸ Come sintesi metodologica e critica della rilevanza che l'archeologia pubblica può avere nelle società contemporanee, in relazione alla costruzione, attraverso il patrimonio, di una coesione sociale più matura e responsabile si faccia riferimento al recente lavoro SANNA MONTANELLI 2024 e bibliografia relativa.

2.4 Comunicazione e fruizione

Dopo aver definito lo storyboard da seguire e aver elaborato un piano sequenze delle riprese video e dei rendering adatti alla narrazione, si è proceduto al montaggio degli stessi su software dedicato. Il commento audio narrante è stato affidato ad una tecnologia sperimentale di lettura virtuale del testo, basata sull'intelligenza artificiale⁹. La scelta di un servizio automatizzato per l'attività di "speakeraggio" del testo è stata, da una parte una scelta dettata dalla impossibilità di coinvolgimento di ulteriori figure professionali all'interno del progetto (speaker, ingegneri del suono, sale di registrazione, etc.), dall'altra dall'interesse sperimentale, verso l'applicazione di tecnologie emergenti in ambito audio-video. Il risultato di questa scelta, oltre a qualche leggero inciampo espressivo del narrato, è stato giudicato pienamente adeguato alla comprensione del racconto che ha accompagnato il filmato.

In parallelo allo sviluppo del video documentario in 4K è stato realizzato anche un video con proiezione sferica a 360° pensato per offrire un'esperienza immersiva in realtà virtuale mediante visori dedicati. La visualizzazione dei contenuti VR360 è possibile attraverso molteplici device, con la sola opzione di avere uno supporto di fruizione dotato di un collegamento ad una rete (4/5G o wi-fi). I dispositivi che possono fungere da visualizzatori di questi filmati vanno dal classico monitor da computer, con la possibilità di trascinare il video in ogni direzione per poter visualizzare per intero il panorama in 360° omnidirezionale, allo smartphone, in cui si può sfruttare la tecnologia del giroscopio interno in modo da fruire dell'intero spazio virtuale, oppure per mezzo di visualizzatori wearable, indossabili come una maschera, che permettono una fruizione immersiva completa¹⁰.

Fin dall'inizio, l'intento è stato quello di pubblicare on-line i filmati sfruttando note piattaforme di streaming in modo che il contenuto potesse essere facilmente raggiungibile e fruibile. Tutto ciò ha fatto optare per l'upload sulla piattaforma di streaming YouTube che, oltre ad avere la possibilità di accesso gratuito ai contenuti e alla restituzione di video ad una qualità elevata, fornisce la possibilità di visualizzazione di formati con

⁹ Servizio fornito dalla piattaforma Speechelo, <http://speechelo.com/>.

¹⁰ Uno dei visori più utilizzati a questo scopo è l'Oculus, della società Meta, device equipaggiato di monitor interno, audio e joystick per il controllo degli applicativi al suo interno. Ulteriore metodo per la visualizzazione immersiva dei video VR360 è il Cardboard di Google (o simili) che consiste in un supporto, con struttura in cartone o in plastica, dotato di lenti specifiche, fornito uno spazio dove poter inserire uno smartphone che avrà funzione di monitor. Questa soluzione, ovviamente molto più economica di visualizzatori all-in-one, permette al fruitore di utilizzare il proprio device, in collegamento con la piattaforma YouTube, con la sola opzione della selezione della modalità di visualizzazione cardboard, presente sul video stesso.



Fig. 6 – “Centro di informazioni turistiche” all’interno della chiesa della Madonna dei Raccomandati a San Panfilo d’Ocre.

tecnologia VR360¹¹. L’intero iter del progetto è avvenuto in collaborazione con l’amministrazione comunale di Ocre che ha finanziato l’allestimento di un “centro di informazioni turistiche” all’interno della chiesa della Madonna dei Raccomandati a San Panfilo d’Ocre, situata ai piedi del castello, in cui è stato progettato e realizzato un percorso narrativo basato su pannelli didattico-divulgativi ed avente come focus i contenuti multimediali prodotti nel presente lavoro (Fig. 6). Per la composizione delle stampe, sono state renderizzate e fornite immagini ad alta risoluzione delle diverse fasi ricostruttive del *castrum*.

2.5 Conclusioni e prospettive di ricerca

Il progetto è stato concepito fin dal principio con l’intento di sviluppare e testare un approccio procedurale ad un’analisi di archeologia virtuale completa, dallo studio al rilievo del contesto fino alla finalizzazione e restituzione degli elaborati. Fondamentale è risultato l’approccio analitico al sito

¹¹ Link al video 4K: <https://youtu.be/L3rfP5ab4b0> – link al video VR360: <https://youtu.be/tl-nr-yhw9k>.

attraverso l'attenta lettura della documentazione prodotta in fase di scavo e un costante feedback con gli archeologi coinvolti nel progetto, attraverso un dialogo interdisciplinare fondato su una comune formazione orientata all'interpretazione del dato archeologico. Lo sviluppo tridimensionale delle murature, la collocazione delle stesse in un contesto stratigrafico riferito a rapporti di connessione e quote di imposta relative, le ipotesi di sviluppo verticale degli edifici e della loro consistenza statico-funzionale e lo sviluppo di un rilievo ibrido tridimensionale di alta precisione hanno permesso una valutazione approfondita e ragionata, difficilmente riproducibile in un contesto di elaborazione documentale tradizionale. Lo stesso dicasi nella gestione della cartografia georeferenziata e nella esatta collocazione nello spazio dei contesti insediativi e morfologici, volti alla ricostruzione del paesaggio storico.

In una prospettiva futura, le elaborazioni ricostruttive realizzate potranno essere utilizzate per lo sviluppo di ulteriori piattaforme adatte alla fruizione, alternative rispetto ai formati video scelti in questa fase del progetto. Sarà facilmente implementabile, ad esempio, una navigazione virtuale gestita in prima persona dall'utente finale attraverso un avatar che possa ripercorrere le strade del castello di Ocre. Tali piattaforme potranno inoltre integrare elementi interattivi, finalizzati a creare un'esperienza di apprendimento immersiva e partecipata, configurando una forma di vero e proprio serious game.

L'estensione delle ricerche ad altri siti dello stesso contesto paesaggistico potrà altresì permettere una visione complessiva dei paesaggi storici del comprensorio, contestualizzati in epoche ben precise, in modo da poter narrare le evoluzioni del paesaggio storico attraverso un percorso narrativo virtuale delle vicende dell'intero territorio aquilano.

L.P.

ALFONSO FORGIONE

Dipartimento di Scienze Umane - Università degli Studi dell'Aquila
alfonso.forgione@univaq.it

LUCIANO PUGLIESE

Università degli Studi dell'Aquila
studio@lucianopugliese.it

BIBLIOGRAFIA

- BARCELÓ J.A., FORTE M., SANDERS D.H. 2000, *Virtual Reality in Archaeology*, BAR International Series 843, Oxford, Archaeopress (<https://doi.org/10.30861/9781841710471>).
- DE BOÜARD M. 1975, *Manuel d'archéologie médiévale*, Paris, Société d'édition et d'enseignement supérieur.
- FORGIONE A. 2005/2006, *Organizzazione dell'edilizia militare nel mezzogiorno normanno. Archeologia dell'architettura e forme di potere tra XII e XIV secolo in territorio aquilano*, Tesi di Dottorato di ricerca, Università degli Studi dell'Aquila.

- FORGIONE A. 2010a, *Forme tecniche di difesa del castello di Ocre tra Normanni e Aragonesi*, in C. EBANISTA, A. MONCIATTI (eds.), *Il Molise medievale. Archeologia e arte*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 65-70.
- FORGIONE A. 2010b, *I castelli di Ocre, Ariscola, San Vittorino (Aq)*, in *IV Conferenza italiana di Archeologia medievale: Archeologia castellana nell'Italia meridionale. Bilanci e aggiornamenti (Roma 2008)*, Quaderni di archeologia medievale, XI, Palermo, 27-47.
- FORGIONE A. 2011, *Il caso emblematico del castello di Ocre (AQ) fra tecniche di difesa normanno-sueve e innovazioni angioine*, in P. PEDUTO, A.M. SANTORO (eds.), *Archeologia dei castelli nell'Europa angioina (secoli XIII-XV)*, Atti del Convegno internazionale (Salerno 2008), Firenze, All'Insegna del Giglio, 109-116.
- FORGIONE A. 2015, *I "castelli matrice" nel panorama normanno dell'Abruzzo aquilano: morfologia degli insediamenti e dinamiche insediative*, in P. ARTHUR, M. LEO IMPERIALE (eds.), *VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Lecce 2015)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 440-444.
- FORGIONE A. 2016, *I castelli di Ocre e Grimbosq: dalla regione del Calvados in Normandia alla vallata amitermino-forconese in Abruzzo, due identiche esperienze di incastellamento a confronto*, in L. SPETIA, L. CORE, A. FORGIONE (eds.), *Tra Normanni e Plantageniti: al bivio di una cultura complessa*, Atti del 2° seminario internazionale di studio (L'Aquila, 2015), Roma, Spolia, 63-90.
- FORGIONE A. 2018, *Scudi di frontiera. Dinamiche di conquista e di controllo normanno dell'Abruzzo aquilano*, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- FRISCHER B., NICCOLUCCI F., RYAN N., BARCELÓ J.A. 2002, *From CVR to CVRO: The past, present, and future of cultural Virtual Reality*, in F. NICCOLUCCI (ed.), *Virtual Archaeology: Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 2000)*, BAR International Series 1075, Oxford, Archeopress, 7-18.
- MORETTI M. 1972, *Collemaggio*, Roma, De Luca.
- NOYÉ G. 2013, *Per la storia della ricerca archeologica recente sulle fortificazioni in terra in Francia e in Italia. Stato delle conoscenze e dei problemi*, in *Fortificazioni di terra in Italia. Motte, tumuli, tumbe, recinti*, «Archeologia Medievale», 40, 15-35 (<https://doi.org/10.1400/219949>).
- PEZZUTI M. 2006, *La chiesa di Santa Maria dell'Assunzione in Collemaggio*, in AA.VV., *Celestino V e la sua Basilica*, Cinisello Balsamo, Silvana Editoriale, 135-184.
- REDI F. 1997, *L'incastellamento nel territorio aquilano: primi dati per una ricerca archeologica*, «Archeologia Medievale», 24, 427-438.
- REDI F. 2006, *Santa Maria di Collemaggio. Archeologia di un monumento*, in AA.VV., *Celestino V e la sua Basilica*, Cinisello Balsamo, Silvana Editoriale, 71-133.
- REDI F., FORGIONE A. 2015, *Due "motte" normanne in territorio aquilano: i castelli di Ocre e di Cesura. Motte di terra, motte di roccia*, «Archeologia Medievale», 41, 182-197.
- REDI F., PANTALEO M. 2006, *Castello di Ocre (AQ): ricerche archeologiche; relazione preliminare - anni 2000 e 2004*, «Archeologia Medievale», 33, 325-342.
- REILLY P. 1991, *Towards a Virtual Archaeology*, in K. LOCKYEAR, S. RAHTZ (eds.), *CAA90: Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, BAR International Series, 565, Oxford, Tempus Reparatum, 133-139 (<https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-2621>).
- SANDERS D.H. 2008, *"Why Do Virtual Heritage"*. *Online Features Article*, Archaeology Archive (<https://archive.archaeology.org/online/features/virtualheritage>).
- SANNA MONTANELLI M. 2024, *Heritage crowdsourcing. Processi di qualità nella ricerca partecipata per il patrimonio archeologico italiano*, Mantova, SAP.

ABSTRACT

The research project on decoding the architectures of Ocre Castle (AQ) aimed to understand the fortified site through the study of the results of archaeological investigations from

past years, with the development of a virtual archaeology analysis and subsequent development of multimedia products aimed at disseminating the results. The research focused on analyzing the ruins by acquiring data through hybrid technologies such as laser scanners and drones, with the perspective of a three-dimensional virtual reconstruction of the three main macro phases of the complex. The entire work had an educational purpose in order to make the results accessible to a wide audience, through the production of videos available on online streaming platforms. The article provides a detailed overview of the methodological process used and the results obtained.