

## LA TRASPARENZA SCIENTIFICA IN ARCHEOLOGIA VIRTUALE: UNA LETTURA CRITICA AL PRINCIPIO N.7 DELLA CARTA DI SIVIGLIA

*Francesco Gabellone\**

\* Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM), Lecce (ITALY)

### Abstract

Analogamente per quanto avvenne nell'ambito del restauro, i Principi di Siviglia sull'Archeologia Virtuale hanno il valore di una carta, che non definisce un sistema di norme, di leggi, ma gli orientamenti di una vasta comunità scientifica che si propone di dare impulso all'archeologia virtuale come disciplina matura, la quale viva nel rispetto di queste regole e si fondi su metodi scientificamente validi ed ampiamente condivisi. Una piena trasparenza dei metodi, delle tecniche e della documentazione a corredo di un progetto di archeologia virtuale, è necessaria al fine di definire standard di qualità che innalzino il valore scientifico di una disciplina che promette di informare, stupire e affascinare con sempre maggiore efficacia e rigore. Il principio N. 7 della Carta di Siviglia, ribadisce la necessità di predisporre una base documentaria esauriente, che riguardi tutto il processo di ricerca legato alla creazione di contenuti digitali in progetti di archeologia virtuale. In Archeologia Virtuale i metodi di analisi, le tecniche di rilevamento e le interpretazioni devono essere tutti dichiarati, comprensibili e riutilizzabili. Solo l'analisi dei dati preliminari potrà validare gli esiti di uno studio ricostruttivo e garantire alle nuove generazioni una revisione dei risultati senza necessariamente ricominciare il lavoro dall'inizio.

### Keywords

Scientific Transparency / Virtual Reality / 3D / Virtual Reconstruction / Educational

*Tutti i sistemi di visualizzazione computer-based devono essere essenzialmente trasparenti, ad esempio verificabili da altri ricercatori o professionisti, dato che la validità - e quindi la finalità - delle conclusioni prodotte da tali visualizzazioni dipenderà in gran parte dalla capacità degli altri di confermare o rifiutare i risultati ottenuti (Principio N. 7 della Carta di Siviglia).*

La stesura di un sistema di riferimento metodologico, di principi universalmente riconosciuti come fondamento scientifico di un *modus operandi*, sancisce un momento importante per gli sviluppi futuri di una nuova disciplina. Da un lato ne traccia le linee guida per le generazioni a venire e dall'altro ne individua temi di riflessione sullo stato dell'arte. Analogamente per quanto avvenne nell'ambito del restauro, i Principi di Siviglia hanno il valore di una carta, che non definisce un sistema di norme, di leggi, ma gli orientamenti di una vasta comunità scientifica che si propone di dare impulso all'archeologia virtuale come disciplina matura, la quale viva nel rispetto di queste regole e si fondi su metodi scientificamente validi ed ampiamente condivisi. Se gli enunciati della Carta di Venezia del 1964 affermarono che "il

restauro deve fermarsi dove ha inizio l'ipotesi", potremmo sostenere che l'archeologia virtuale inizia quando finisce il restauro. In effetti, malgrado questa apparente cesura, la distanza tra le due materie è molto più vicina di quanto ci si aspetterebbe, considerando che entrambe le discipline condividono molte finalità. Un primo legame è da individuarsi nella possibilità di dare voce a quella spinta creativa, che sulla scorta di uno studio preliminare, dia luogo ad interpretazioni utili a formulare ipotesi ricostruttive. Nell'evoluzione del concetto di restauro, infatti, l'esigenza di controllare - o meglio frenare - l'atto creativo a favore della pura conservazione è stata una conquista relativamente recente. Il cosiddetto restauro storico, sostenuto ed applicato in Italia da Luca Beltrami fino agli anni '30 del secolo scorso, prende come fondamento ideologico le conquiste della filologia e parte dalla convinzione che ciascun monumento è un fatto distinto e concluso. Al restauratore, definito precedentemente come artista-ricreatore che cerca di immedesimarsi nel primo architetto, si sostituisce lo storico-archivista, il quale fonda il suo operato esclusivamente su una documentazione sicura ed attendibile. Così l'architetto-restauratore scrupoloso nei metodi, opera con i documenti alla mano. Luca Beltrami, a Milano, applica questi principi al restauro del castello Sforzesco. Egli si serve dei documenti disponibili, li sceglie scrupolosamente e solo nel momento in cui ha la certezza di ben operare, effettua il restauro storico. Così consente che venga rifatta la decorazione della Sala delle Asse, opera di Leonardo e ricostruisce la torre del Filarete, distrutta nel 1521, della quale si conservano delle stampe incomplete, a livello di schizzo. Questo atteggiamento, produsse dei falsi storici clamorosi che, data la discutibile documentazione, finì per legittimare il restauro stilistico. Potremmo dire che il restauro storico si fondava su sani principi, ma mancando un preventivo controllo e un riferimento normativo rigoroso che validasse quei dati assunti come supporto alla ricostruzione, i risultati erano spesso in contrapposizione con gli stessi assunti di base, quindi dei falsi. In tempi più recenti alcuni studiosi arrivarono a formulare nuove ed inattese teorie, quale evoluzione del concetto di restauro critico. Il progetto di restauro divenne operazione riconducibile a quel rapporto dialettico fra processo critico e atto creativo finalizzato alla reintegrazione dell'immagine originaria dell'opera. In considerazione di questo la reintegrazione del "valore espressivo dell'opera" e del recupero della sua immagine originaria è attuabile attraverso un atto critico, che sappia ricreare una nuova e valida unità figurativa. Questo assunto è anche in linea con quanto dichiarato nella Carta Italiana del Restauro del 1972 (Art. 4) ove si formulano i tre principi fondamentali del restauro: mantenimento, trasmissione al futuro e facilitazione della lettura. Il desiderio di decifrare, tradurre, rendere comprensibile, significa

accostare una interpretazione critica alla visione sterile e diretta di resti monumentali, restituendone idealmente l'immagine, quindi ricostruendo. È l'inizio di un nuovo modo di concepire i Beni Culturali ed il restauro stesso. Nella carta di Amsterdam (Carta europea del patrimonio architettonico) del 1975, all'articolo 5 si legge che "il patrimonio architettonico ha un valore educativo determinante", concetti poi ribaditi nel simposio del 1978 tenutosi in Messico: il restauro ormai inteso come pura conservazione apre le porte ad un concetto più ampio, che recepisce il valore di testimonianza storico-artistica come fondamento educativo, capace di attrarre, di generare interesse turistico, ricchezza. Facilitare la lettura di un monumento equivale a rendere trasparenti e intelligibili le sue trasformazioni, la sua identità, le sue origini, la sua ragion d'essere. Ma tutte queste operazioni, tese ad esaltare i valori di cui il bene è portatore, non possono più inquadrarsi nell'ambito del restauro: l'irreversibilità di qualsiasi ricostruzione in situ contrasta fortemente con i principi inviolabili del minimo intervento e del rispetto dell'istanza storico-estetica. Lo scopo del restauro è, e rimane, quello di conservare e garantire la continuità temporale di un'opera d'arte, spetta invece all'archeologia virtuale il compito di ricostruire sempre più ampi scenari del nostro passato, attraverso ogni tipo di ausilio visivo. In questo senso sembrerebbe errata la denominazione più recente di "restauro virtuale" riferita a tutte quelle operazioni che non siano strettamente connesse ad interventi volti a rimettere in efficienza i prodotti dell'attività umana. Forme di restauro virtuale sono pienamente ammissibili in operazioni finalizzate alla simulazione di un ipotetico intervento, al restauro di copie digitali di un'opera, ma come potrebbe essere intesa la reintegrazione digitale dell'aspetto originario di un bene?

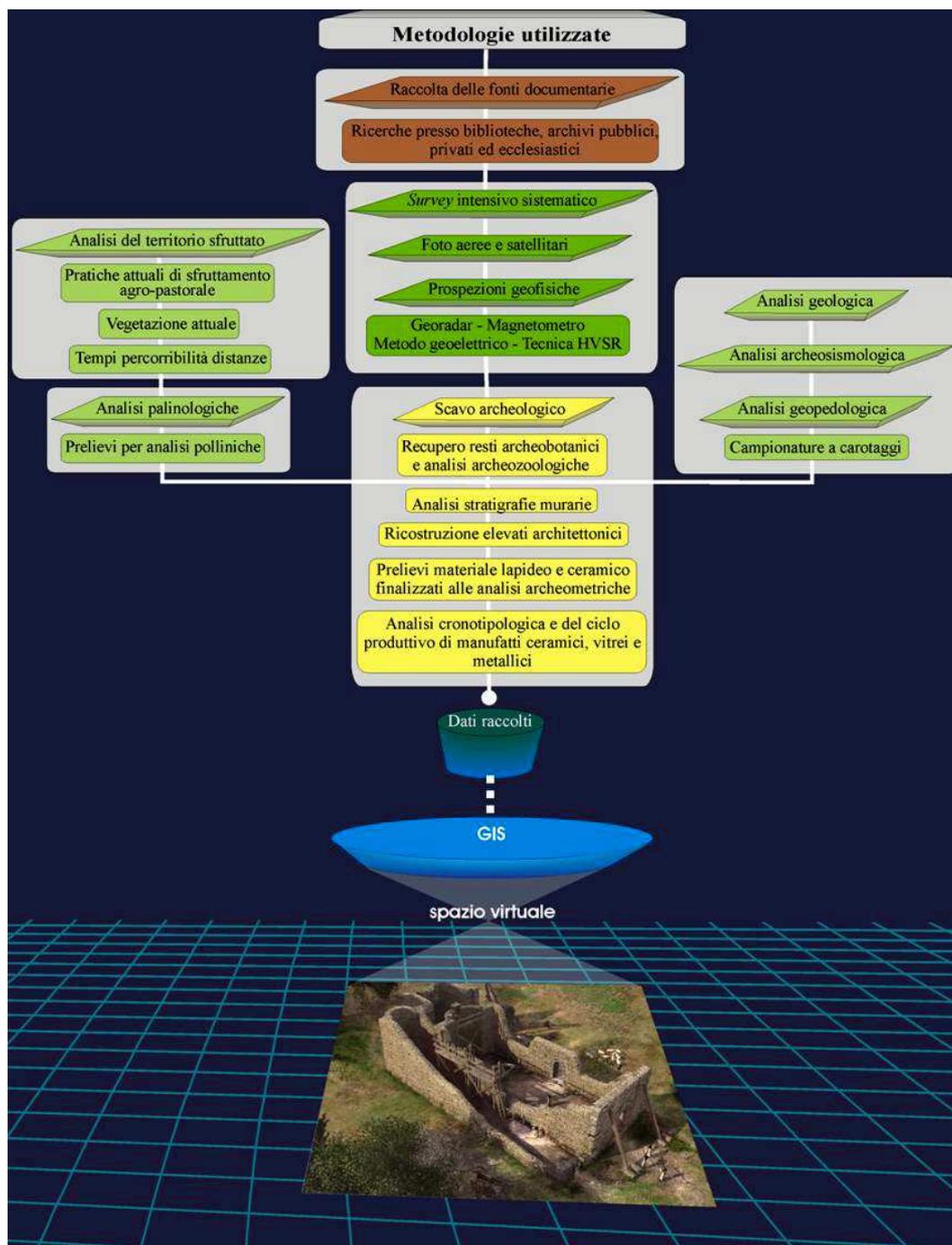


**Fig. 1:** Santuario di Ercole Vincitore a Tivoli (Roma), intervento di musealizzazione in situ.



**Fig. 2:** Santuario di Ercole Vincitore a Tivoli (Roma), intervento di musealizzazione in situ visto da Villa d'Este.

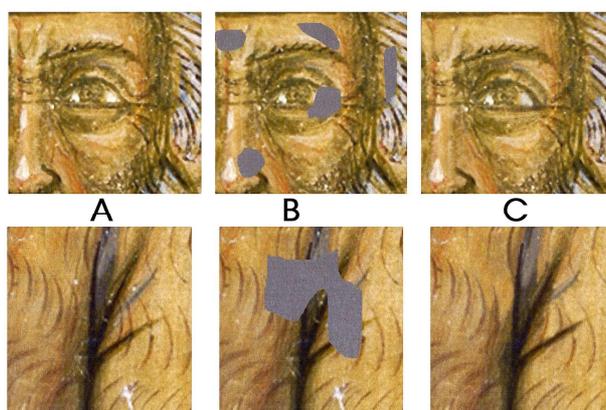
Ogni ipotesi ricostruttiva, attraverso la quale sia possibile veicolare informazione, non solo su quanto è direttamente osservabile da una visita diretta dell'opera, ma anche e soprattutto su quegli elementi che sono difficilmente leggibili o decifrabili, è in linea con alcuni principi espressi nelle carte del restauro: l'esaltazione del valore educativo-didattico e l'esigenza di rendere comprensibili i ruderi sono, come abbiamo visto, finalità condivise sia del restauro che dell'archeologia virtuale. Quest'ultima, servendosi prevalentemente di tecnologie appartenenti ad un dominio immateriale, cioè al mondo digitale, mette fine ai problemi di irreversibilità, compatibilità chimico-fisica, minimo intervento, posti dal restauro 'materico', puramente conservativo. Come detto all'inizio, l'archeologia virtuale inizia quando finisce il restauro, ma ne risolve definitivamente le contraddizioni, ne completa le aspirazioni di sempre, perlomeno quelle legate al desiderio di far rivivere le suggestioni e il fascino delle architetture perdute. Una esigenza, questa, evidente fin dalle prime esperienze di restauro stilistico e rintracciabile, certamente in misura minore, fino a qualche intervento di restauro moderno. Anche oggi le Soprintendenze sollecitano, con cautela, l'adozione di ausili didattici che aiutino il visitatore a comprendere i contesti antichi, spesso ricorrendo a soluzioni di musealizzazione *in situ* tutt'altro che reversibili e minimali, ma sicuramente utili ed efficaci (Figg. 1 e 2).



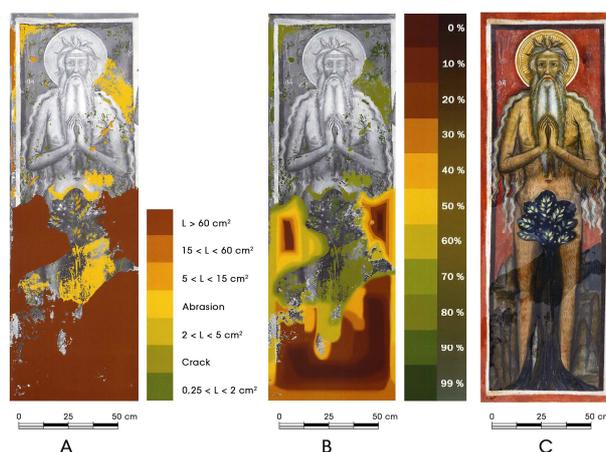
**Fig. 3:** Schema riassuntivo del complesso di metodologie utilizzate per la ricerca archeologica condotta sul complesso medievale di Jure Vetere (Calabria, Italia).

L'archeologia ricostruttiva risolve quindi questo problema, ma i suoi punti di forza sono evidenti anche oltre questa sua prima vocazione. Attraverso uno studio sistematico, 'tracciabile' nella sua evoluzione, possibilmente 'trasparente' ed intelligibile, l'archeologia virtuale si propone di consegnare al pubblico dei risultati interpretativi su monumenti ed opere d'arte la cui figuratività sia stata danneggiata o compromessa. In questo processo di

studio, tutte le informazioni emerse dalle diverse discipline della ricerca archeologica convergono in un “modello di conoscenza” del monumento-oggetto, il quale viene così identificato come ‘sintesi’ dei dati raccolti. L’archeologia virtuale riassume in sé e canalizza in forma di immagine digitale (Fig. 3), di modello 3D, di applicazione VR, di DataBase, i molteplici risultati di una indagine interdisciplinare. Ma proprio in risposta alle esperienze negative figlie del restauro storico e del restauro critico già descritte, queste fasi di lavoro devono necessariamente presentarsi come parte integrante dei risultati.



**Fig. 4:** Ripristino per interpolazione lineare: prove di attendibilità effettuate su false lacune, create appositamente sull’immagine digitale al fine di valutare l’efficacia delle integrazioni.  
A: immagine originale; B:pseudo-lacuna; C: restauro virtuale.



**Fig. 5:** A:Analisi quantitativa con estensione delle lacune reali;  
B:Analisi qualitativa e livello di attendibilità delle integrazioni virtuali;  
C: restauro virtuale.

Le metodologie di analisi, le tecniche di rilievo, le interpretazioni, devono essere chiare, comprensibili e riusabili. Solo l’analisi dei dati preliminari potrà validare gli esiti di uno studio ricostruttivo e garantire alle nuove generazioni una revisione dei risultati senza

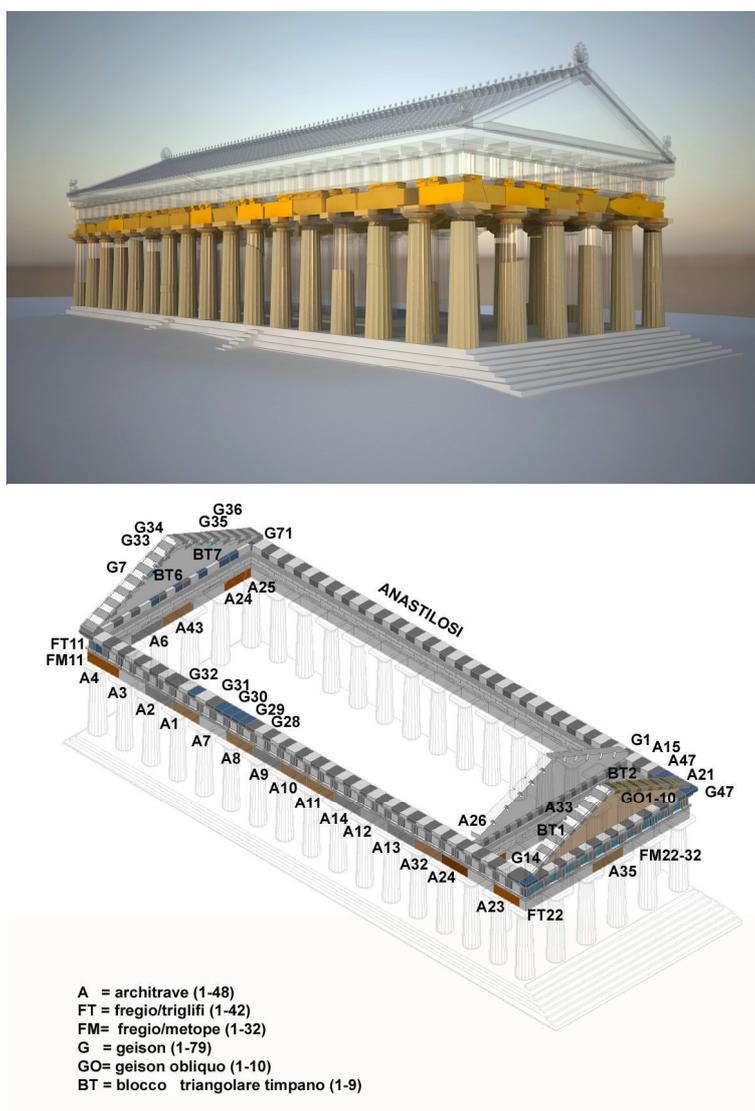
necessariamente ricominciare il lavoro dall'inizio. La trasparenza scientifica è quindi premessa indispensabile e momento di verifica che 'misura' il livello qualitativo ed il rigore scientifico di ogni applicazione e studio di archeologia virtuale.

In tutti i progetti di restauro virtuale o di archeologia ricostruttiva, esiste sempre un certo livello di incertezza, perché uno degli obiettivi di questa disciplina è proprio quello di 'proporre' soluzioni plausibili. Nessuno studio ricostruttivo sarebbe tale se si conoscessero tutti i particolari costruttivi e decorativi originali. Non si tratterebbe più di ricostruzione, ma di restituzione. Nell'ambito del restauro virtuale di opere pittoriche, per esempio, è estremamente utile riportare delle mappe tematiche che illustrino l'estensione e la natura delle lacune oggetto dell'intervento ricostruttivo e accanto a queste delle tavole che rappresentino il livello di attendibilità degli interventi. Queste due rappresentazioni sono l'una di tipo quantitativo e l'altra di tipo qualitativo. Nell'esempio riportato in questa pagina (Figg. 4 e 5) si analizza il livello di attendibilità di una ricostruzione pittorica in relazione alla sua estensione-forma, eseguendo una interpolazione lineare tra le estremità di una pseudo-lacuna, una lacuna creata appositamente sull'immagine digitale allo scopo di valutare l'efficacia di questo metodo. Il risultato dimostra che l'interpolazione lineare applicata a lacune di piccole dimensioni genera risultati molto vicini all'originale. Successivamente, in relazione ai risultati prodotti da questa analisi e quindi all'estensione della lacuna, è possibile realizzare delle tavole che mostrano il livello di attendibilità della ricostruzione, a garanzia di un approccio 'trasparente', il sottotono utilizzato nel restauro virtuale garantisce la distinguibilità dell'intervento.

*È chiaro che tutti i sistemi di visualizzazione basati su computer richiedono una grande quantità di ricerca scientifica. Di conseguenza, per ottenere il rigore scientifico e accademico in progetti di archeologia virtuale è essenziale preparare le basi documentarie in cui raccogliere e presentare in modo trasparente l'intero processo di lavoro: obiettivi, metodologia, tecniche, il ragionamento, l'origine e le caratteristiche delle fonti di ricerca, i risultati e le conclusioni (Principio 7.1 della Carta di Siviglia).*

Questo principio ribadisce la necessità di predisporre una base documentaria esauriente, che riguardi tutto il processo di ricerca legato alla creazione di contenuti digitali in progetti di archeologia virtuale. Esistono per fortuna numerosi esempi di applicazione esemplare di questo enunciato, realizzati dai migliori gruppi interdisciplinari di tutto il mondo, nei quali si

riconosce la piena consapevolezza che l'alto rigore scientifico dei risultati e la più alta qualità globale del lavoro è realizzabile solo illustrando in modo trasparente tutte le metodologie, le tecnologie, la qualità e quantità delle fonti prodotte o raccolte. Un esempio concreto di questo approccio è stato condotto all'interno del progetto Land-Lab (Laboratorio multimediale di ricerca, formazione e comunicazione sui paesaggi archeologici), avviato dall'Università degli Studi di Lecce nel febbraio 2003, cofinanziato dall'Unione Europea, Programma Operativo Nazionale 2000-2006 "Ricerca Scientifica, Sviluppo Tecnologico, Alta Formazione" e coordinato dal Prof. F. D'Andria.



**Fig. 6:** Selinunte, Tempio C. Anastilosi realizzata grazie alla disponibilità di un rilievo 3D completo e di un database descrittivo su ogni singolo pezzo rilevato.

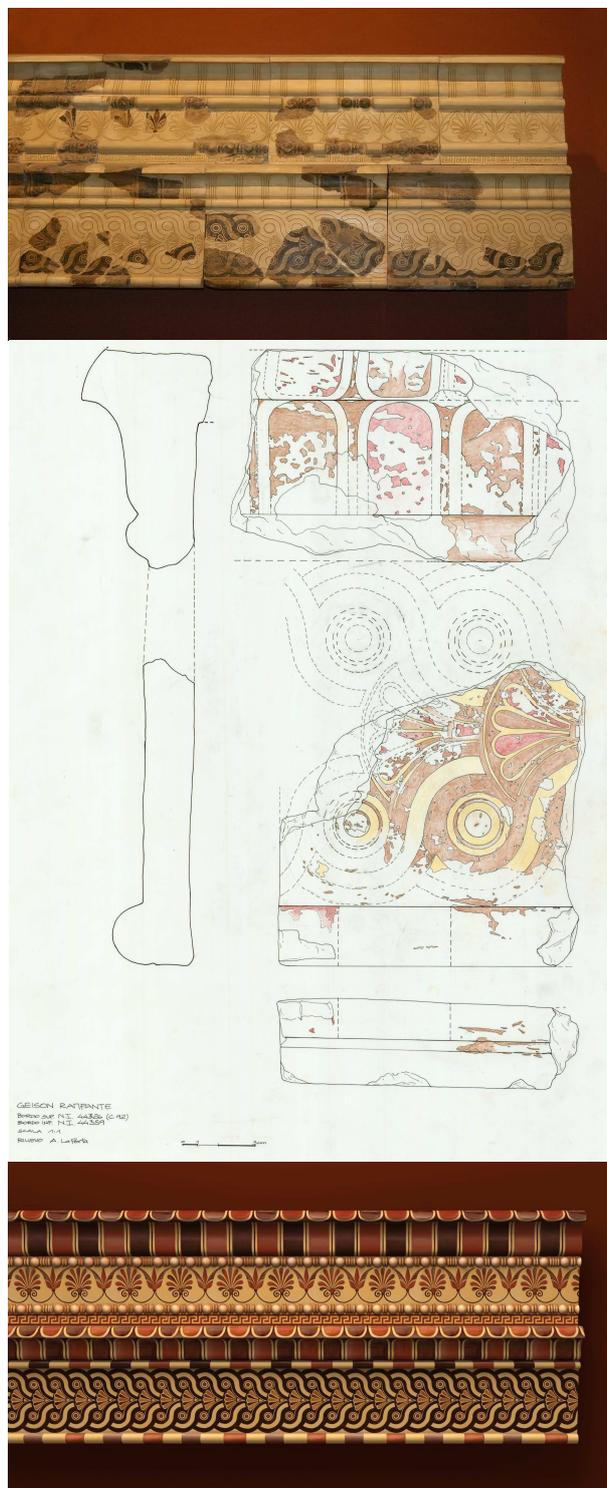
Nell'ambito di questo progetto è stato quindi avviato, nel 2005, uno studio ricostruttivo del Tempio C di Selinunte, con l'obiettivo di utilizzare tecnologie innovative per fornire un contributo specifico allo studio dell'architettura dorica in Sicilia, ma allo stesso tempo di utilizzare i risultati della ricerca per la realizzazione di prodotti di comunicazione rivolti ad un'ampia fascia di utenza. Questo duplice obiettivo è stato raggiunto utilizzando metodologie di studio rigorose, al fine di ottenere una ricostruzione con il più alto livello di attendibilità possibile, compatibilmente con la quantità e la qualità dei dati disponibili al momento. Grazie ad una pipeline digitale è stato possibile raccogliere tutti i dati provenienti dai rilievi CAD eseguiti da C. M. Amici dell'Università di Lecce e farli confluire all'interno dei software di modellazione 3D. Questo approccio ricostruttivo, che potremmo definire 'numerico', consente di ricomporre almeno nelle prime fasi di lavoro, tutti gli elementi architettonici rilevati secondo un procedimento riconducibile ad una anastilosi digitale.



**Fig. 7:** Rilievo fotografico, disegno ricostruttivo con in evidenza le tracce di colore superstiti e proposta ricostruttiva in 3D degli anthemia (Disegni C. Marconi).

Esso mira infatti all'innalzamento degli elementi originali per giustapposizione, seguendo le linee di congiunzione dei singoli pezzi e risolvendo il problema delle parti mancanti

attraverso un controllo continuo di coerenza rispetto ai procedimenti costruttivi dell'epoca e alle leggi della statica. È pur vero, però, che non tutti gli elementi necessari ad una ricostruzione fedele ed attendibile sono in nostro possesso.



**Fig. 8:** Rilievo fotografico, disegno ricostruttivo con in evidenza le tracce di colore superstiti e proposta ricostruttiva in 3D del geison (Disegni C. Marconi)

Né mancano elementi di incertezza nelle soluzioni d'angolo, nell'uso del colore, nei raccordi tra le terrecotte architettoniche, negli elementi scultorei o decorativi del tempio, nella quantità e tipo di ex voto presenti intorno al tempio, di cui poco o niente è rimasto. Per questi problemi è stato necessario ricorrere alle analogie con soluzioni o elementi noti e documentati, che è possibile riproporre in questo studio perché cronologicamente e stilisticamente affini. Nella ricostruzione, l'obiettivo prioritario è stato quindi dimostrare la scientificità e l'approccio metodologico rigoroso, nonché cercare di proporre anche una "reintegrazione dell'immagine" originaria del monumento, completo di ogni elemento architettonico compatibile con lo stile dell'epoca e con le sue caratteristiche costruttive.

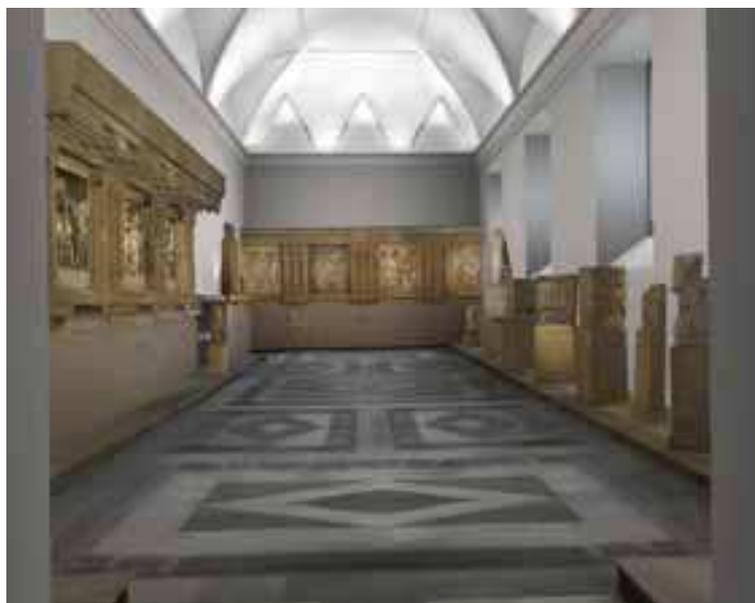


**Fig. 9:** Proposta ricostruttiva complessiva del Tempio C di Selinunte.

Il rilievo CAD è stato documentato con una completa classificazione dei pezzi, organizzati sia su base cartografica che in forma di database testuale. Alcuni elementi decorativi superstiti sono stati rielaborati in tre dimensioni a partire dai disegni di rilievo bidimensionali restituiti nella scala di dettaglio, prodotti dall'equipe coordinata da C. Marconi (Columbia University, New York) e con il prezioso contributo di R. Pumo. Ogni elemento architettonico è stato rappresentato in 3D e schedato minuziosamente al fine di consentire a chiunque di

valutare le soluzioni ricostruttive proposte. Il risultato dello studio ricostruttivo, svolto contemporaneamente e con diverse finalità sia dai laboratori del CNR che da C. M. Amici dell'Università del Salento, ha portato ad una soluzione finale pressoché identica. Credo in gran parte merito di una documentazione digitale chiara ed esaustiva, che ha rivelato in più occasioni gli errori grossolani delle ricostruzioni precedenti.

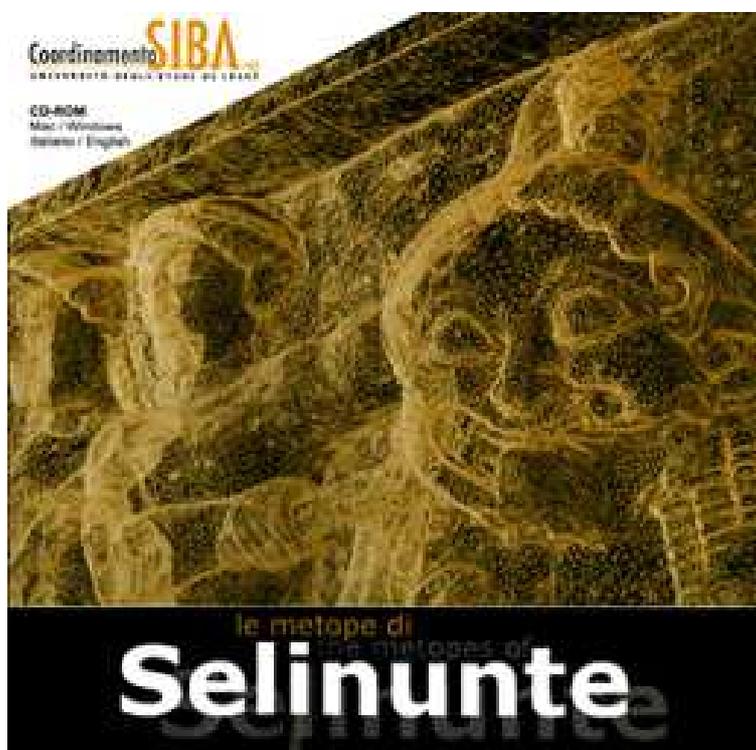
La ricostruzione tridimensionale del Tempio C di Selinunte, realizzata nell'ambito del progetto Land Lab, è stata altresì utilizzata dall'equipe coordinata da Virginia Valzano, direttore del Coordinamento SIBA dell'Università del Salento e responsabile scientifico dell'Attività 4 (Acquisizione ed elaborazione digitale di immagini e modelli tridimensionali) dello stesso progetto. Nell'ambito di questa attività è stata realizzata l'acquisizione ed elaborazione tridimensionale della "Sala Selinunte" del Museo Archeologico Regionale di Palermo e la restituzione tridimensionale attraverso scansione laser delle Metope del Tempio C, ricollocate virtualmente nel modello 3D completo del Tempio. "The Metopes of Selinunte", il CD-Rom divulgativo realizzato nell'ambito della stessa Attività, risultò vincitore dell'Italian eContent Award 2006 e del World Summit Award (WSA) 2007, nella categoria eScience and Technology, premiato anche come miglior contenuto in formato digitale, per il rigore scientifico, la metodologia e le applicazioni tecnologiche innovative.



**Fig. 10:** Ricostruzione 3D della "Sala Selinunte" del Museo Archeologico Regionale di Palermo



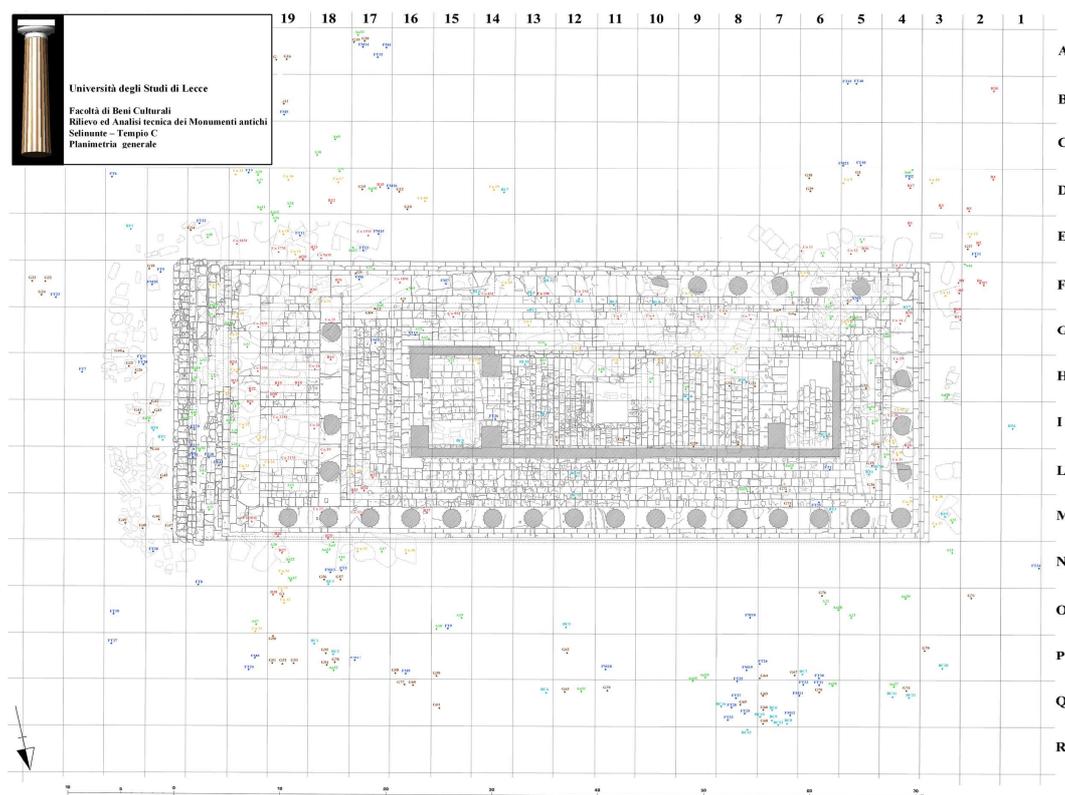
**Fig. 11:** Modello 3D della Quadriga del Sole



**Fig. 12:** Cover del CD-ROM multimediale “Le Metope di Selinunte - The Metopes of Selinunte” (V. Valzano, A. Bandiera, J-A. Beraldin, et al.)

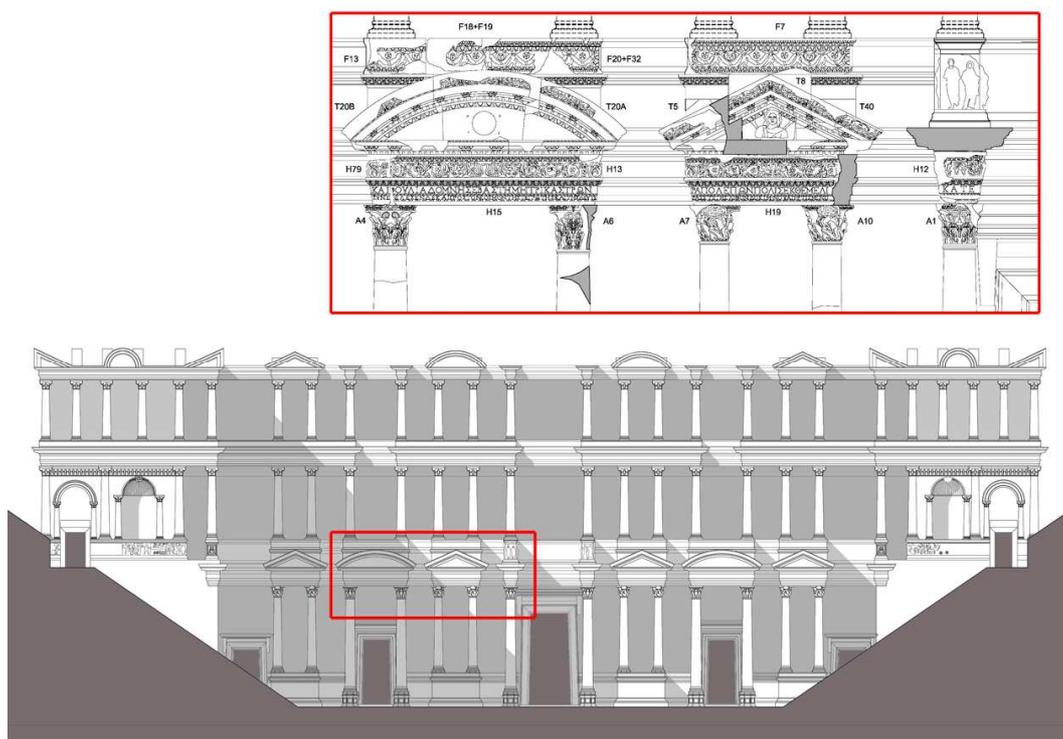
*La creazione di tali banche dati è essenziale per promuovere la pubblicazione dei risultati dei progetti di archeologia virtuale in riviste, libri, relazioni e supporti editoriali, sia scientifici che di divulgazione scientifica, di informazione, revisione e consultazione della comunità scientifica internazionale e la società in generale (Principio 7.2 della Carta di Siviglia).*

La condivisione e diffusione della conoscenza è il presupposto fondamentale perché l'esperienza sia parte di un processo continuo di crescita scientifica. *“Se ho potuto guardare più lontano è solo perché sono salito sulle spalle dei giganti che mi hanno preceduto”*. Questa nota affermazione di Isaac Newton, espressione di grande modestia per una delle più grandi menti di tutti i tempi, sintetizza al meglio il concetto di “miglioramento continuo” come frutto del sapere condiviso e lascia presupporre che la continua ricerca dell'eccellenza si fonda sugli stimoli che provengono dal lavoro degli altri.



**Fig. 13:** Planimetria del Tempio C con l'ubicazione in pianta dei elementi in crollo e foglio elettronico con l'elenco ed i riferimenti relativi alla schedatura dei singoli pezzi (Rilievo C.M. Amici).

Affinché ciò sia possibile è necessario che queste esperienze siano accessibili e disseminate adeguatamente. L'accesso alle informazioni dovrà essere reso di pubblico dominio, poiché la disponibilità di banche dati, di pubblicazioni on-line, di piattaforme informative open source, incoraggia il trasferimento tecnologico, promuove la partecipazione corale della comunità scientifica, permette ai giovani studiosi di perfezionare velocemente la propria formazione. Queste banche dati dovranno garantire un facile accesso ai contenuti, possibilmente applicando standard di riconosciuta affidabilità. Una base di dati accessibile dovrà utilizzare una struttura semanticamente corretta, con una grammatica formale validata; utilizzare testi chiari e facilmente comprensibili; sfruttare link e collegamenti che amplino le tematiche trattate, ma che abbiano un senso anche se considerate autonomamente; garantire un ordinamento coerente e lineare dei contenuti in accordo con le soluzioni adottate per l'interfaccia grafica.



**Fig. 14:** Teatro di Hierapolis di Frigia (Turchia). Esempio di rappresentazione degli elementi architettonici schedati e ricollocati nella posizione originaria come forma di trasparenza scientifica delle soluzioni ricostruttive proposte.



**Fig. 15:** Proposta ricostruttiva (F. Gabellone - M. Limoncelli).

Al di là dei tanti DataBase esistenti, ampiamente utilizzati da tempo in molte strutture nel campo della ricerca archeologica, un esempio calzante di applicazione di questo principio è rintracciabile in tutte quelle piattaforme di Realtà Virtuale che utilizzano modalità di fruizione dei contenuti disponibili direttamente nell'ambiente di navigazione 3D. Come sappiamo, lo spazio virtuale accelera e potenzia le capacità cognitive, diventa cioè capace di generare processi 'virtuosi' di apprendimento. Questa peculiarità deriva dalla natura stessa di queste applicazioni, che essendo basate su metafore del mondo reale, risultano

conseguentemente facili da usare e facili da comprendere. Siamo di fronte ad nuova modalità di visita che coglie le più interessanti promesse dell'archeologia virtuale: offrire nuove modalità di lettura e nuovi modi di apprendere. Il bene 'virtualizzato' diventa il punto di partenza per la creazione di un mondo artificiale che arricchisce e decodifica il mondo reale, sicuramente ricreandolo, ma soprattutto interpretandolo. In un sistema di visita organizzato in questo modo, l'oggetto, in quanto portatore di valori, viene analizzato nelle sue diverse componenti, sia chimico-fisiche, che nei suoi aspetti storici e formali, nei suoi rapporti con il contesto antico.



**Fig. 16:** Progetto Itineretum. Piattaforma di navigazione real time con integrazione di materiale informativo ad alta risoluzione accessibile nell'ambiente 3D.



**Fig. 17:** Progetto ByHeriNet. Piattaforma di navigazione real time con possibilità di fruizione di dati archeometrici, planimetrici, storici, proposte di restauro virtuale, link su contesti affini e database, direttamente accessibili nell'ambiente 3D.

Ogni forma di documentazione disponibile può essere agganciata al modello tridimensionale, garantendo così una relazione diretta tra oggetto ed informazione ad esso riferita. La visualizzazione di contenuti scientifici viene qui considerata come parte di un processo di rappresentazione della conoscenza che investe, spazio, tempo, suoni, illuminazione, modalità di percezione degli spazi antichi. Queste tecnologie offrono strumenti di analisi e di sintesi di grande efficacia, ma la loro utilità risulta evidente solo se i processi interpretativi, legati alla documentazione esistente o prodotta ex-novo, sono resi di pubblico dominio.

*L'inclusione di metadati e paradata è fondamentale per garantire la trasparenza scientifica di qualsiasi progetto di archeologia virtuale. I paradata ed i metadati devono essere chiari, concisi e facilmente disponibili. Inoltre, dovrebbero fornire quante più informazioni possibile. La comunità scientifica dovrebbe contribuire alla normalizzazione internazionale dei metadati e paradata (Principio 7.3 della Carta di Siviglia).*

Come noto, un metadato è un'informazione sintetica sul dato. Un metadato descrive le caratteristiche di un determinato dato, esso contiene solo informazioni sui dati e non direttamente i dati. La scelta di fornire informazioni riguardanti i file presuppone perciò l'esistenza di una banca dati remota, accessibile solo su richiesta mediante la consultazione di parole chiave che qualificano e definiscono il dato; un metadato così concepito è quindi uno strumento molto utile ed efficace per la gestione e la diffusione di dati complessi ed eterogenei, ma classificati secondo regole omogenee e standardizzate che facilitano la ricerca all'interno del data-set e ne permettono la consultazione anche sul web.



**2000: Growing the vocabulary**

Elements	Refinements	Encodings	Types
1. Identifier	Abstract	Is referenced by	Box
2. Title	Access rights	Is replaced by	DCMIType
3. Creator	Alternative	Is required by	DDC
4. Contributor	Audience	Issued	IMT
5. Publisher	Available	Is version of	ISO3166
6. Subject	Bibliographic citation	License	ISO639-2
7. Description	Conforms to	Mediator	LCC
8. Coverage	Created	Medium	LCSH
9. Format	Date accepted	Modified	MESH
10. Type	Date copyrighted	Provenance	Period
11. Date	Date submitted	References	Point
12. Relation	Education level	Replaces	RFC1766
13. Source	Extent	Requires	RFC3066
14. Rights	Has format	Rights holder	TGN
15. Language	Has part	Spatial	UDC
	Has version	Table of contents	URI
	Is format of	Temporal	W3CTDF
	Is part of	Valid	

**Fig. 18:** Semplice schema del Dublin Core vocabulary compilato nel 2000.



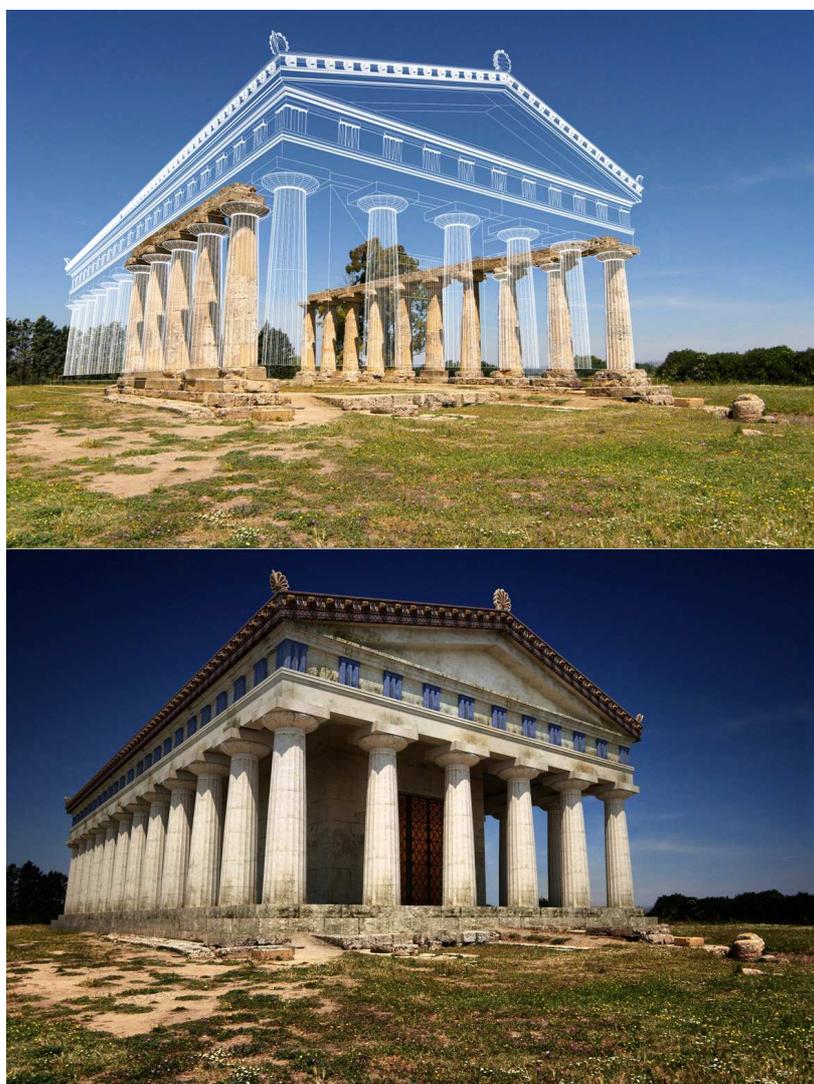
rivolto all'uso di un sistema di indicizzazione standard e quindi alla ricerca di un modello di metadati descrittivi uguale per tutti. Malgrado la difficoltà di raggiungere questo obiettivo, data l'eterogeneità degli ambiti di ricerca cui i metadati si riferiscono, esistono diversi sistemi di metadati la cui struttura è facilmente adattabile in archeologia virtuale. Tra questi citiamo tra tutti il Dublin Core, costituito da quindici elementi di base, accettato in molti settori per la facile comprensione, la semantica universalmente accettata e la facilità della sua applicazione a lingue diverse.

Accanto alla compilazione di metadati, necessari per garantire la ricerca e gestione di dati complessi, nella creazione di contenuti nel campo dell'archeologia virtuale, risulta indispensabile la registrazione dei 'paradati'. Questi possono essere intesi come dei processi interpretativi, delle note a corredo, che rendano comprensibili tutte quelle attività di riflessione, decisione, ragionamento, relativi alle tecnologie da utilizzare, alle strategie di acquisizione e rilievo, ai problemi di accessibilità di un sito, ecc. Questo bagaglio di esperienze deve essere anch'esso dichiarato e trasparente. La mancata inclusione dei paradati nella comunicazione di un contenuto storico, può generare prodotti di *visual computing* che trasmettono solo una piccola percentuale della conoscenza che essi incarnano, rendendo così i risultati delle ricerche non pienamente valutabili e chiusi a discussioni successive. Pertanto, i paradati devono essere registrati a fianco dei risultati più tangibili della ricerca, preferibilmente come parte integrante di modelli virtuali. Per garantire la maggiore trasparenza delle informazioni supplementari su un progetto, è possibile usare tutti i mezzi e i media più appropriati disponibili, compresi i grafici, testi, video, commento audio, note, diari.

*In ogni caso, e in generale, la registrazione e l'organizzazione di tutta la documentazione relativa ai progetti di archeologia virtuale si baseranno sui "Principi per la registrazione dei monumenti, gruppi di edifici e siti" ratificato dalla XI Assemblea Generale ICOMOS nel 1996 (Principio 7.4 della Carta di Siviglia).*

La registrazione della documentazione prodotta o raccolta nel corso di un progetto di archeologia virtuale è indispensabile per promuovere i valori dei beni culturali ed aiutare tutti a comprenderne le diversità, le singolarità. Ogni bene culturale, anche se appartenente ad una categoria, ad una tipologia ben definita, ha comunque le proprie peculiarità, i propri tratti distintivi. L'organizzazione dei dati descrittivi di un determinato bene e la loro comprensione, è parte di un processo di comunicazione e disseminazione dei risultati che è necessario per

promuovere l'interesse e la partecipazione attiva dei cittadini nella loro conoscenza, conservazione e tutela. Il bene, in quanto portatore di valori unici, dovrà essere studiato nelle sue caratteristiche materiche, costruttive, formali e stilistiche. L'ICOMOS (International Council on Monuments and Sites), nei principi per la registrazione dei monumenti, fornisce esaurientemente le ragioni e le modalità di attuazione di questo percorso di trasparenza scientifica, il quale molto spesso risulta trascurato a favore di una mera esibizione dei soli risultati finali. In archeologia virtuale, in particolare, è fin troppo frequente trovare, ben propagandati, studi ricostruttivi nei quali si evidenziano solo le tecnologie d'eccellenza utilizzate, con un atteggiamento che sbilancia un problema prevalentemente interpretativo su un piano meramente tecnicistico.



**Fig. 20:** Metaponto, Tempio di Hera o delle Tavole Palatine. Proposta ricostruttiva con compositing in wireframe. L'accorgimento, frequentemente usato in archeologia virtuale, permette di verificare la sovrapposibilità del modello 3D con le strutture superstiti del tempio.

Ogni progetto di archeologia virtuale è sempre parte di quel processo metodologico complesso che si snoda dalla conoscenza dello stato attuale fino alla formulazione di ipotesi interpretative sui precedenti momenti di vita del manufatto. Le fasi che precedono questo momento finale della ricerca archeologica, sono talmente approfondite e sempre più integralmente interdisciplinari, che costituiscono in sé un valore determinante non solo per i fini ricostruttivi che si propone l'archeologia virtuale, ma anche per le pubbliche amministrazioni, per le società di ingegneria, per le imprese che operano nel settore del turismo culturale. Perciò tutti dovremmo sforzarci nel tentativo di rendere trasparente e di pubblico dominio questo ricco percorso di studi. Così facendo si assume la ricerca archeologica come parte attiva nei processi di pianificazione urbana, nell'analisi delle funzioni compatibili dei monumenti, nella loro conservazione e manutenzione, nella redazione di carte del rischio. Questo ruolo è ancor più evidente in tutte quelle azioni di messa in valore del bene, inteso come risorsa capace di generare ricchezza, sia economica che culturale.

*Nell'interesse della trasparenza scientifica, è necessario creare un grande database accessibile a livello globale con progetti che offrono ottimi livelli di qualità, senza compromettere la creazione di banche dati nazionali o regionali di questo tipo (Principio 7.5 della Carta di Siviglia).*

La compilazione di un metadata presuppone sempre l'esistenza di alcuni campi nei quali si forniscono indicazioni sulla qualità effettiva del dato. Ad esempio, nel caso di metadata relativi ad immagini digitali, alcuni indici di qualità potrebbero essere: la risoluzione, la profondità del colore espressa in bit, la compressione, il formato, la sorgente analogica o digitale, ecc. La somma di più informazioni positive fornisce un "indice sulla qualità globale del dato". Analogamente, la costruzione di un grande database sul tema dell'archeologia virtuale presuppone il rispetto degli enunciati precedentemente espressi in tema di trasparenza scientifica. La trasparenza scientifica è il primo requisito necessario per definire un lavoro 'di qualità'. L'esistenza di una banca dati così concepita, con dati disponibili e dichiarati, permetterebbe di risolvere uno dei problemi più importanti della ricerca archeologica: realizzare un grande database con formati e standard che consentano alle generazioni future di apportare delle modifiche a lavori condotti in passato. Troppo spesso ci si trova nella triste condizione di non poter utilizzare appieno le esperienze passate, proprio

per la mancanza di una certa continuità e salvaguardia delle informazioni, riflessioni, supposizioni, interpretazioni altrui. Il formato digitale risolve gran parte dei problemi dovuti alla trasmissione delle informazioni. Disporre di un rilievo 3D o di una cartografia numerica, significa lavorare con una base informativa fondamentale per qualsiasi studio di archeologia virtuale. Tutti gli studi ricostruttivi effettuati negli anni passati sul Tempio C di Selinunte, descritto a titolo di esempio in un capitolo precedente, sono stati condotti ricominciando il lavoro da zero, proprio per la mancanza di un supporto digitale di sicura affidabilità. Oggi chiunque potrebbe accedere alla documentazione digitale realizzata per quel monumento e proseguire lo studio ricostruttivo, revisionare quanto già prodotto, realizzare la tanto discussa anastilosi in situ. L'archeologia virtuale ha già fornito per il Tempio C una proposta di anastilosi digitale ed una proposta ricostruttiva completa, senza toccare le problematiche legate ai costi enormi necessari all'anastilosi reale, ai problemi di reversibilità, di ripensamenti, di compatibilità materica delle integrazioni, di distruzione dell'ideale estetico di rovina, di messa in sicurezza. Per questo è opportuno ribadire l'affermazione data in apertura: "l'archeologia virtuale inizia dove finisce il restauro". L'archeologia virtuale ha mantenuto le sue promesse ed ha bisogno di rafforzare le proprie basi metodologiche soprattutto attraverso l'osservanza dei principi qui enunciati. Il pieno rispetto di una trasparenza dei metodi, delle tecniche e della documentazione a corredo di un progetto di archeologia virtuale, forniti con l'obiettivo di definire elevati standard di qualità, innalza il valore scientifico di una disciplina che promette di informare, stupire e affascinare con sempre maggiore efficacia e rigore.

### *Ringraziamenti*

La figura 3 si riferisce alle ricerche archeologiche condotte sul sito di Jure Vetere (S. Giovanni in Fiore, Calabria) da D. Roubis e F. Sogliani (CNR IBAM).

Le immagini 4 e 5 sono state realizzate da Maida Leo, nell'ambito della tesi specialistica presso l'Accademia di Belle Arti di Lecce, corso di Conservazione e Restauro.

Ringrazio Carla Maria Amici docente presso l'Università del Salento per aver fornito le immagini 6b e 13, oltre al suo prezioso lavoro di rilievo, preliminare alla ricostruzione del Tempio C di Selinunte.

I disegni in figura 7b e 8b sono stati realizzati nell'ambito del progetto LandLab dall'equipe coordinata da Clemente Marconi (Columbia University, New York) e Rosalia Pumo.

I modelli 3D delle figure 10-12 sono stati realizzati nell'ambito dell'Attività 4 del progetto Land Lab, coordinata da Virginia Valzano.

Ringrazio Filippo Masino e Giorgio Sobrà, del Politecnico di Torino, per aver fornito i disegni ricostruttivi del teatro di Hierapolis, missione archeologica diretta da Francesco D'Andria (Università del Salento).

#### BIBLIOGRAFIA

A. BENTKOWSKA-KAFEL, H. DENARD, D. BAKER, *Paradata and Transparency in Visual Heritage*, Ashgate, London 2012

BERALDIN J.A., VALZANO V., BANDIERA A. (2007), *The Metopes of Selinunte: Presentation of the Interactive CDROM*, in Proceedings of the XXI International Symposium CIPA 2007. AntiCIPAting the future of the cultural past, Athens (Greece), 1-6/10/2007, Vol. 1, pp. 123-128. <[http://3dlab.caspur.it/images/documents/siba\\_cipa2007.pdf](http://3dlab.caspur.it/images/documents/siba_cipa2007.pdf)>

C. BRANDI, *Il restauro. Teoria e pratica*, Hoepli, 1939-1986

G. CARBONARA, *La reintegrazione dell'immagine. problemi di restauro dei monumenti*, Bulzoni, Roma 1976

G. CARBONARA, *Trattato di restauro architettonico. Grandi temi di restauro*, Torino, UTET, 2007

R. KIMBALL, *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*, Wiley, 1998

C. CESCHI, *Teoria e storia del restauro*, Bulzoni, 1970

C. CHIRICI, *Il problema del restauro*, Milano 1971

M. FORTE, *La villa di Livia: un percorso di ricerca di archeologia virtuale*, L'Erma di Bretschneider, Hoepli, 2007

F. GABELLONE, *Ancient contexts and Virtual Reality: From reconstructive study to the construction of knowledge models*, Journal of Cultural Heritage, Journal number 9069, Elsevier B.V., 2009

F. GABELLONE, *The reconstructive study in archaeology: case histories in the communication issues*, CASPUR-CIBER Publishing SCIRES-IT, SCientific RESearch and Information Technology, Volume 1, Issue 1 (2011)

<http://www.caspur-ciberpublishing.it/index.php/scires-it/article/view/79>

F. GABELLONE, I. FERRARI, F. GIURI, M. LIMONCELLI, *Virtual Hierapolis: tra tecnicismo e realismo*, Arqueológica 2.0, II Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica, Patrimonio e Innovación, Sevilla, 16-19 Junio 2010, Congress CD-Rom proceedings. ISBN 978-84-694-4361-3

F. MASINO, G. SOBRÀ, F. GABELLONE, M. LIMONCELLI, *Researches on the theatre at Hierapolis in Phrygia: an integrated approach*, International Conference: Von Handaufmaß bis High Tech, Brandenburgische Technische Universität, Cottbus, in HEINE K., RHEIDT K., HENZE F., RIEDEL A. (edd.) Von Handaufmaß bis High Tech III. 3D in der historischen Bauforschung, Darmstadt/Mainz, 72-78.

VALZANO V., BANDIERA A., BERARDIN J.A. (2006), *Le metope di Selinunte. The Metopes of Selinunte*, Lecce, SIBA Università del Salento, ISBN 88-8305-039-8 (<http://3dlab.caspur.it/index.php/video>).

Digital Libraries: Metadata Resources (IFLA) <http://www.ifla.org/II/metadata.htm>

A Framework of Guidance for Building Good Digital Collections <http://www.niso.org/framework/forumframework.html>

Introduction to Metadata: Pathways to Digital Information by Martha Baca [http://www.getty.edu/research/conducting\\_research/standards/intrometadata/index.html](http://www.getty.edu/research/conducting_research/standards/intrometadata/index.html)

Metadata Information Clearinghouse Interactive (MICI) <http://www.metadainformation.org>

Metadata Standards [http://www.chin.gc.ca/English/Standards/metadata\\_intro.html](http://www.chin.gc.ca/English/Standards/metadata_intro.html)

Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) <http://dublincore.org>

Environmental Data Registry (EPA) <http://www.epa.gov/edr/>

ICOMOS 1996 principles <http://www.icomos.org/charters/archives-e.pdf>

