

ISBN: 978-84-694-4361-3

Alfredo Grande León
Víctor Manuel López-Menchero Bendicho
Ángeles Hernández-Barahona Palma
(eds.)



ARQUEOLÓGICA 2.0

CONGRESO INTERNACIONAL DE ARQUEOLOGÍA E INFORMÁTICA GRÁFICA


Sociedad Española de Arqueología Virtual

ACTAS ARQUEOLÓGICA 2.0 2010:

ALFREDO GRANDE LEÓN (dir.)
VÍCTOR MANUEL LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO (coord.)
ÁNGELES HERNÁNDEZ-BARAHONA PALMA (coord.)

EDITORES:

ALFREDO GRANDE LEÓN
VÍCTOR MANUEL LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO
ÁNGELES HERNÁNDEZ-BARAHONA PALMA

PROPIEDAD:

Copyright © 2010 SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ARQUEOLOGÍA VIRTUAL. SEAV
C/ CANTUESO, 5 DOS HERMANAS
41089 – SEVILLA

Copyright © 2010 de los textos e ilustraciones
SUS AUTORES

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

EDICIÓN:

DISEÑO: Alfredo Grande
ISBN: 978-84-694-4361-3
DEPÓSITO LEGAL: CR-501-2011



II CONGRESO INTERNACIONAL DE ARQUEOLOGÍA E INFORMÁTICA GRÁFICA, PATRIMONIO E INNOVACIÓN, ARQUEOLÓGICA 2.0

II INTERNATIONAL MEETING ON GRAPHIC ARCHAEOLOGY AND INFORMATICS,
CULTURAL HERITAGE AND INNOVATION, ARQUEOLÓGICA 2.0



Alfredo Grande León, Víctor Manuel López-Menchero Bendicho
y Ángeles Hernández-Barahona Palma (Eds.)

Virtual Hierapolis: tra tecnicismo e realismo

Francesco Gabellone, Ivan Ferrari, Francesco Giuri, Massimo Limoncelli

IBAM - ITLAB. Information Technologies Lab. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Lecce. Italia

Resumen

Una de las principales actividades de la MAIER tiene como objetivo desarrollar una línea de investigación dirigida a la restauración virtual y la reproducción 3D de los antiguos monumentos de la ciudad romana de Hierápolis de Frigia, Turquía. El proyecto, llamado "Virtual Hierápolis, se ha desarrollado gradualmente en las últimas tres temporadas de excavación (años 2007-2009) y ha madurado a partir de las primeras experiencias de la RV aplicada a este sitio en años anteriores. Esta investigación, coordinada por el Director de la misión italiana, prof. F. D'Andria, y llevada a cabo en el Laboratorio de Tecnologías de la Información (ITLab) dell'IBAM-CNR de Lecce (Italia), implica unidades de investigación heterogéneas, comprometidas en actividades in situ, restauración e interpretación de datos.

Palabras Clave: ESTUDIO RECONSTRUCTIVA, REALIDAD VIRTUAL, RESTAURACIÓN VIRTUAL.

Abstract

One of the main activities of MAIER - Italian Archaeological Mission at Hierapolis - has been the development of a research line aimed at the virtual restoration and the three-dimensional restitution of ancient buildings in the roman city of Hierapolis of Phrygia, in Turkey. The project, named "Virtual Hierapolis," has gradually articulated in the last three seasons of excavation (years 2007-2009) and developed from early experiences of Virtual Reality conducted on the same site during previous years. The research, coordinated by the Director of the Italian mission, prof. F. D'Andria, and conducted within the Information Technologies Lab (ITLab) of the IBAM-CNR in Lecce, involves heterogeneous research units engaged in field work, restoration and interpretation of data.

Key words: RECONSTRUCTIVE STUDY, VIRTUAL REALITY, VIRTUAL RESTORATION

1. INTRODUZIONE

Importante città ellenistico-romana della Frigia, Hierapolis dominava la valle del fiume Lykos, lungo un percorso che univa l'Anatolia interna al Mediterraneo. Il sito si caratterizza sia per il livello di conservazione dei resti monumentali sia per i diversi gradi di integrazione con il contesto paesaggistico-ambientale ed è meta del turismo internazionale, con più di un milione di visitatori ogni anno. L'evoluzione dell'impianto urbano della città è stata suddivisa in quattro principali fasi, separate da tre eventi sismici che hanno profondamente segnato la storia della città.

La prima fase si inserisce tra la fondazione di Hierapolis e il terremoto che la danneggiò gravemente nel 60 d.C. La seconda, con la quale la città raggiunge il riconosciuto assetto monumentale, ha inizio con gli interventi di ricostruzione e trasformazione dell'impianto risalenti all'età flavia e proseguiti nel corso del II sec. d.C. e in età severiana; termina con il terremoto che colpì la città nella seconda metà del IV sec. La terza fase comprende l'epoca protobizantina, che vede Hierapolis trasformarsi in un importante centro della Cristianità e si conclude con un altro devastante sisma, avvenuto intorno alla metà del VII sec. d.C. L'ultima fase, in cui l'impianto è ormai destrutturato, abbraccia in un arco cronologico molto ampio, comprendente le epoche mediobizantina, selgiuchide e ottomana. La Missione Archeologica Italiana di Hierapolis di Frigia prende avvio nel 1957, quando Paolo Verzone (ordinario di Storia dell'Architettura presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino) ottiene dal governo turco la concessione del sito di Hierapolis-Pamukkale per indagini storico-architettoniche. Parte integrante dell'attività della Missione, oggi

diretta dal Prof. Francesco D'Andria dell'Università del Salento, sono gli interventi per il consolidamento e la conservazione delle strutture e dei materiali emergenti dallo scavo.

Dalla consapevolezza dell'unicità e dell'insostituibilità artistico-culturale posseduta dal sito emerge la necessità di attuare limitati interventi che permettano di tutelare questo bene e di porre in evidenza la valenza delle testimonianze di uno dei principali siti antichi dell'Asia Minore, inserito dall'UNESCO tra il patrimonio dell'umanità. [L.F.- F.Gi.]



Figura 1. Ninfeo (II-III sec. d.C.)

2. HIERAPOLIS VIRTUALE, PRESENTAZIONE

L'attivazione di una specifica linea di Archeologia Virtuale è certamente uno degli aspetti più innovativi del lavoro condotto in questi ultimi anni dalla Missione Archeologica Italiana (MAIER) a Hierapolis di Frigia. In effetti, i recenti sviluppi delle tecnologie dell'informazione hanno portato alla nascita di nuove discipline caratterizzate dall'unione dei metodi e delle tecniche specifiche delle cosiddette "scienze dure" con le scienze umanistiche.

Ciò rappresenta, soprattutto nel campo dell'archeologia e dell'architettura, un importante aggiornamento degli studi tradizionali condotti su edifici antichi. Nel progetto "Virtual Hierapolis sono stati effettuati ad oggi 10 studi ricostruttivi, che si concentrano su quegli edifici per i quali lo stato della ricerca ha reso possibile una concreta ipotesi ricostruttiva.

Sin dai primi risultati il gruppo di lavoro ha adottato una chiara strategia comunicativa basata sull'uso di algoritmi di calcolo e tecniche di resa ultrarealistiche, al fine di offrire al pubblico dei non addetti ai lavori strumenti di comunicazione di grande impatto emotivo. Del resto questa scelta è non solo condivisibile, per un mero interesse verso le soluzioni di punta, ma risulta essere in linea con gli attuali sviluppi dell'*entertainment* e della comunicazione per i Beni Culturali. Noi siamo convinti, infatti, che l'efficacia del processo di comunicazione in questo ambito sia strettamente connesso ad una rappresentazione il più possibile svincolata dalle sterili interfacce di RV degli anni novanta, dove il puro tecnicismo veniva esibito come prova del raggiungimento di elevati standard scientifici, con risultati storicamente definiti "freddi" e caratterizzati da quell'aspetto tipico di "immagine sintetica", generata da computer.



Figura 2. *Ninfeo* (II-III sec. d.C.)

Contrariamente a questa tendenza, la convinzione che l'Archeologia Virtuale non abbia bisogno del realismo estremo persiste ancora in alcuni ambiti di ricerca ed accompagna spesso ricostruzioni che possono definirsi solo tipologiche o di massima.

Tutto questo nell'era dei motori *unbiased*, dei simulatori *Real Time* ultrarealistici, delle produzioni in CG che sconfinano a pieno titolo nelle nuove forme di arte visiva. Oggi la rappresentazione deve essere necessariamente proiettata sul piano del realismo e del coinvolgimento emotivo dello spettatore, utilizzando le stesse tecniche che la moderna cinematografia ci propone. La

tecnologia con la quale il realismo viene proposto nella semplice forma di un video o di una immagine di sintesi, come nel progetto che presentiamo in questa sede, è però fortemente carica sia di valore emotivocomunicativo che, soprattutto, di valore scientifico, nel momento in cui le soluzioni adottate fanno uso della scansione laser, del camera mapping, degli effetti particellari, dei nuovi algoritmi di calcolo, della restituzione per immagini e delle più avanzate tecniche di modellazione. La comunicazione in questo caso diventa spettacolo e veicolo di contenuti di alto livello, rivolta a tutti, ma realizzata con strumenti di grande valore scientifico, dove il legante rimane ancora una volta l'interdisciplinarietà ed il necessario dialogo dei saperi. [F.G.]

3. UN APPROCCIO OLISTICO ALLO STUDIO RICOSTRUTTIVO

La posizione filosofica dell'Olistismo (SMUTS, 1926) è basata sull'idea che le proprietà di un sistema, dalle particelle microscopiche ai più complessi sistemi stellari, debbano essere considerate come un intero, cioè non possono essere spiegate esclusivamente tramite le sue componenti. Negli ultimi tempi è maturata la convinzione che anche lo studio del Patrimonio Culturale non possa essere percepito più come un insieme di singoli oggetti, custoditi e schedati in musei o collezioni, senza legami con il contesto storico e sociale. Gli stessi meccanismi e documenti da cui muove una proposta interpretativa su un dato devono essere descritti con chiarezza ed essi stessi devono essere diffusi al grande pubblico. In tal modo il processo di ricerca è definito con chiarezza ed il pubblico è di fatto coinvolto nel valutare e interpretare un documento ed una soluzione sotto diversi punti di vista.

Da queste considerazioni emerge una riflessione che investe lo studio dei monumenti antichi, realtà complesse e articolate, tasselli di un Patrimonio Culturale costruito dall'uomo per addizione di elementi giustapposti e comunicanti, organizzati per dare luogo a veri e propri "organismi architettonici" che, proprio come le forme organiche, risentono di questa visione olistica. Parliamo ovviamente anche di città, strade, monumenti, case, aggregazioni abitative in cui le soluzioni costruttive vengono ripetute e sono riconoscibili come parte di un "dominio di appartenenza". La città è certamente il "dominio" in cui una visione olistica trova sicura applicazione: la costruzione di un edificio determina condizioni uniche che influenzano le costruzioni adiacenti e quelle successive.

Gli stessi elementi architettonici di base, cornici, capitelli, colonne, fanno riferimento ad una complessiva "idea di città". Perciò il problema ricostruttivo di un edificio antico deve estendersi necessariamente fino all'interpretazione e allo studio dell'intero complesso urbano, fino alla ricerca e alla rappresentazione di quella "idea di città" (ROSSI, 1978) nella quale il singolo edificio è solo testimone parziale. Gli esiti di questo studio ricostruttivo evidenziano quanto i singoli edifici di Hierapolis siano poi estremamente rappresentativi di quei valori espressivi e storici che ritroviamo in quasi tutti i monumenti della città. Così matura la fisionomia complessiva di un contesto antico che inizia a prendere nuova forma in un progetto interdisciplinare per la conoscenza e la comunicazione con sistemi di Realtà Virtuale in cui trovano posto il Ninfeo dei Tritoni, la Via di Frontino, il Martyrion di San Filippo, la Stoà-Basilica, la Stoà di Marmo, per citarne alcuni.



Figura 3 e 4. *Stoà-Basilica (II-III sec. d.C.)*

La costruzione di un sistema di conoscenza basato sul VR (GABELLONE, 2009) si basa sull'assunto che le connessioni ed i feedback tra nodi semplici (nel nostro caso i singoli monumenti) collegati in un sistema di fruizione unico, possano dare origine ad un comportamento intelligente, o comunque basato sulla cognitivtà, che permetta ad un pubblico di non esperti di cogliere quella "idea di città" e di identità culturale cui essi si riferiscono.

L'approccio olistico, vale a dire basato sulla comprensione dei monumenti riferiti all'insieme, non preclude però la possibilità di usare un metodo induttivo, che dal particolare volge al generale, per trovare soluzione a particolari problemi interpretativi.

Il processo di ricostruzione del Teatro, del Ninfeo dei Tritoni e degli altri monumenti, è stato infatti realizzato per *'anastilosi digitale'*, cioè attraverso la restituzione tridimensionale dei singoli

elementi architettonici e scultorei rilevabili. Ognuno di questi elementi è stato rielaborato in tre dimensioni utilizzando la modellazione NURBS (*Non Uniform Rational Beta Spline*) e le *Subdivision Surfaces* a partire dai disegni di rilievo bidimensionali restituiti nella scala di dettaglio.

Anche se nel caso del Teatro la quantità degli elementi architettonici in crollo risulta sufficiente per la formulazione di una ipotesi ricostruttiva plausibile, esiste comunque un problema di frammentarietà dei reperti superstiti ed in taluni casi, per fortuna assai ridotti, totale assenza di originali disponibili.

Come sempre avviene nelle ricostruzioni di contesti antichi, queste informazioni più o meno frammentarie dell'aspetto originario di un monumento, potrebbero dare luogo a seri problemi di attendibilità. Per questo motivo, accanto alla proposta ricostruttiva iperrealistica, abbiamo riportato un modello di corrispondenza degli elementi originali, che permetterà agli studiosi di rintracciare i criteri di ricostruzione, formulare proposte alternative ed allontanare gli atteggiamenti di diffidenza verso le tecnologie 3D, delle quali si fa facilmente abuso nelle proposte ricostruttive. [F.G.]

4. IL RESTAURO VIRTUALE DEL TEATRO

Lo studio ricostruttivo della scena del teatro mira, attraverso metodologie integrate di *Computer Graphics*, alla realizzazione di un modello tridimensionale virtuale in cui tutte le informazioni emerse dalle diverse discipline della ricerca archeologica convergono in un "modello di conoscenza".

La caratteristica principale di un manufatto architettonico è lo stretto rapporto tra *materiali e strutture - strutture e funzione - funzione forma - forma e stile - stile e materiali*, che hanno determinato la sua realizzazione (MANNONI, 2000). Nella *Virtual Archaeology* (GABELLONE, 2006; LIMONCELLI, 2009) la restituzione 3D non è più vista come mo-

dalità di ricostruzione ideale di un manufatto architettonico, bensì come una metodologia per la verifica e la sintesi dei dati analitici finalizzati allo studio della logica funzionale e strutturale di un edificio. Un ulteriore aspetto del restauro virtuale è la comprensione del cosiddetto "*aspetto tecnologico*". Il punto di partenza è il considerare il teatro con quello che gli antropologi definiscono "*l'obiettivo tecnico*" del costruttore" (ANGIONI, 1984); con questo termine si vuole infatti definire la finalità di uno individuo o più individui che, coordinati da una serie di operazioni, prevedono come ultimo atto l'edificazione di una struttura.

Per cui nessuna delle fasi costruttive è frutto di una scelta casuale, ma ogni operazione rispecchia direttamente sia le conoscenze tecniche dei produttori sia l'ambito culturale ed economico dei committenti (BIANCHI, 1996).



Figura 5. Teatro (II-III sec. d.C.)

Il progetto Hierapolis Virtuale prevede, inoltre, anche lo studio del ciclo produttivo dei materiali da costruzione che comprende la scelta l'approvvigionamento e la prima lavorazione dei materiali, la rifinitura a piede d'opera e la realizzazione delle strutture, la scelta delle soluzioni costruttive adottate, cioè tutte le varie fasi del procedimento costruttivo, detta attività costruttiva, prevista nel progetto architettonico. Dal punto di vista dell'iter metodologico applicato allo studio ricostruttivo il primo step è la documentazione dello stato attuale dell'edificio e il reperimento di tutte le informazioni ancora riscontrabili da un'analisi diretta del manufatto architettonico che vanno dai dati emersi dallo scavo archeologico, all'analisi dei singoli elementi architettonici fino al rilievo diretto o indiretto dell'edificio. Una volta ottenute tutte le informazioni è possibile ad un secondo step, cioè il passaggio dal rilievo alla restituzione 3D attraverso l'elaborazione di uno o più modelli tridimensionali virtuali relativi alle singole fasi storiche degli edifici. In questa fase particolare attenzione è stata rivolta al texturing, cioè all'applicazione dei materiali agli oggetti compositivi del modello.

Infatti, è stato eseguito un rilievo fotografico mirato al campionamento di tutti i materiali impiegati nelle costruzioni finalizzato a restituire agli edifici non solo il loro aspetto volumetrico-spaziale ma anche il loro aspetto estetico in cui il rapporto materiali-colori-decorazioni aiuta ad una maggiore comprensione della composizione architettonica dei progetti originari.

Nel caso specifico del teatro di Hierapolis, il cui studio è ancora in corso e quindi soggetto ad eventuali successive modifiche, le principali difficoltà nella realizzazione del modello 3D sono state dettate dalla notevole quantità degli elementi architettonici da modellare che hanno determinato un modello composto da 700 oggetti per un totale di oltre 10 milioni di poligoni. Proprio a causa della quantità di poligoni non è stato possibile modellare in dettaglio la forma ogni singolo elemento architettonico, in particolare i capitelli, architravi e stipiti delle porte, tutte le cornici e i rilievi figurati posti nei podii del palcoscenico, al di sopra dell'architrave del primo ordine della scena e lungo le due versure laterali. A tale inconveniente tecnico si è posto rimedio attraverso il texturing e algoritmi di rendering, quali *bump* e *displacement*, che hanno restituito all'edificio la precisione, e la percezione, geometriche delle forme architettoniche originali. [M.L.]



Figura 6. Martyrion di S. Filippo (fine IV inizi V sec.)



Figura 7. La via de Frontino (I-II sec. D.C.)

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento a: Tommaso Ismaelli, Filippo Masino, Giorgio Sobrà, Lorenzo Campagna, Güven Güm Güm e Piera Caggia, per il fondamentale contributo allo studio ricostruttivo dei monumenti di Hierapolis.

BIBLIOGRAFIA

- ANGIONI G. (1984), "Tecnica e sapere tecnico nel lavoro preindustriale", in "La ricerca folkloristica", IX, pp. 61-70.
- BIANCHI G. (1996), "Trasmissione dei saperi tecnici e analisi dei procedimenti costruttivi di età medievale", in *Archeologia dell'Architettura*, I, pp. 53-64.
- GABELLONE, F. (2009), "*Ancient contexts and Virtual Reality: From reconstructive study to the construction of knowledge models*", in *Journal of Cultural Heritage*, Journal number 9069, Elsevier B.V.
- GABELLONE, F. (2007), "La ricostruzione virtuale di contesti antichi in archeologia. Un'esperienza di studio condotta sul sito di Jure Vetere", in FONSECA D.-ROUBIS D.-SOGLIANI F. (A CURA DI), *Jure Vetere. Ricerche archeologiche nella prima fondazione monastica di Gioacchino da Fiore (scavi 2001-2005)*, Soveria Mannelli, pp. 417-426.

LIMONCELLI, M. (2009), “Virtual Archaeology a Herapolis di Frigia: restauro virtuale e restituzione 3d degli edifici di ordine dorico”, in Herapolis III (a cura di T. ISMAELLI), pp. 493-503, Istanbul.

MANNONI, T. (2000), *Introduzione*, in CAGNANA A., Archeologia dei materiali da costruzione, Firenze

ROSSI, A. (1978), “L’architettura della Città”, Marsilio Editori, Padova.

SMUTS, J.C. (1926), “Holism and evolution”, MacMillan, London.