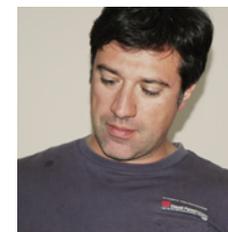




Sergio Di Tondo

Laureato in architettura presso l'Università degli Studi di Firenze, Dottore di ricerca ICAR 17. Dal 2006 svolge attività professionale nell'ambito delle tecnologie di rilievo digitale applicate ai beni culturali e alla nautica. Si occupa di rappresentazione del progetto di architettura e dell'architettura imperiale romana.



Filippo Fantini

Laureato in architettura al Politecnico di Milano, Dottore di ricerca ICAR 17. Attivo da anni nell'ambito della formazione e della ricerca nell'ambito della computer grafica e del rilievo mediante l'utilizzo delle nuove tecnologie, dal luglio 2009 è borsista presso l'Istituto de Restauracion del Patrimonio dell'Università Politecnica di Valencia.

Gli ambienti a pianta centrale di Villa Adriana: anticipazione di una nuova estetica *Central plan of Villa Adriana: anticipation of new aesthetics*

Villa Adriana è stato un luogo di sperimentazione progettuale che ha posto le basi per molta dell'architettura successiva: del tardo antico fino al Barocco. In particolare Adriano volle allestire nella propria grandiosa reggia una serie di padiglioni: che presentano forme e tecniche costruttive tanto nuove da poter essere a pieno titolo dei veri e propri prototipi. Attraverso le tecnologie di rilievo laser scanner, alcuni di questi famosi edifici sono stati oggetto di nuovi studi, sviluppati con l'ausilio di metodologie innovative di rappresentazione, ma anche grazie alla collaborazione interdisciplinare con archeologi, conservatori e museografi. Alcuni dei risultati più significativi di questo nuovo ciclo di studi, a metà fra le nuove tecnologie e la ricerca tradizionale, vengono qui esposti a dieci anni dal loro inizio.

Villa Adriana was created as a place aimed at architectural design experimentation, where the foundations for much subsequent architecture were laid: from Late Antiquity to the Baroque. In particular Hadrian wanted to exhibit in his grand palace a series of pavilions, characterized by new shapes and constructive techniques that can be considered real prototypes. Through the laser scanner survey technologies, some of these famous buildings have been analyzed and studied by means of innovative methods for representation, complemented also with an interdisciplinary collaboration with archaeologists, experts in conservation and museum curators. Some of the most significant results of this new cycle of studies, midway between new technologies and traditional research, here are exposed to ten years since their beginning.

Parole chiave: Villa Adriana, 3d laser scanner, archeologia classica, modellazione 3d, texturing, geometria, decorazione architettonica, cupole, volte

Keywords: Villa Adriana, 3d laser scanner, classical archaeology, 3d modeling, texturing, geometry, architectural decoration, domes, vaults

INTRODUZIONE ALLA RICERCA

I fatti di cronaca di questi ultimi mesi hanno interessato da vicino il sito archeologico di Villa Adriana. A poche centinaia di metri dalla residenza adrianea, in una cava abbandonata nei pressi di Corcolle sarebbe dovuta sorgere una discarica che avrebbe inevitabilmente pregiudicato la qualità ambientale e paesaggistica che contraddistingue, fin dall'antichità questo luogo mettendo a rischio l'iscrizione del sito alla World Heritage List (WHL). Sarebbe stato un triste epilogo per la dimora progettata con tanta passione dall'Imperatore Adriano, ma anche per chi la studia, la visita e la gestisce fra le mille vicissitudini di ogni giorno. Dal punto di vista di chi scrive, la già ardua impresa di aggiungere un nuovo tassello sulla longevità del messaggio artistico e culturale adrianeo sarebbe risultata ancor più difficile!

Oggi il pericolo sembra fortunatamente scampato grazie anche alla movimentazione nazionale e internazionale in difesa dell'area archeologica a dimostrazione del fatto che Villa Adriana è un patrimonio di valore indiscusso riconosciuto in tutto il mondo.

L'interesse nei confronti della Villa è vivo da sempre; quasi ogni autore ha trovato un argomento afferente al proprio settore specifico rispetto al quale la Villa presentava caratteri di eccellenza, che scaturiscono certamente dalla raffinata committenza, ma anche dalla disponibilità di mezzi e maestranze che l'Imperatore mise in campo durante tutto il suo principato (117-138 d.C) al fine di realizzare il suo grande "sogno"¹. Infatti a questa impresa parteciparono molti architetti di varia provenienza², che oltre a sviluppare le idee di Adriano, apportarono una serie di innovazioni tecniche e stilistiche relative anche ad aspetti impiantistici, meccanici, idraulici e naturalmente costruttivi.

Parafrasando il titolo della mostra organizzata dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio nel 2010, i temi di interesse storico artistico che la dimora adrianea continua a suscitare sembrano "mai finire". Proprio la soprintendenza, grazie a nuovi scavi, ha portato alla ridefinizione dei confini della Villa includendo un nuovo grande edificio in stile egittizzante del quale non

si aveva traccia (il così detto *Antinoeion*), oppure ha ridiscusso e approfondito la natura di altri edifici (come nel caso della Palestra), così come per il tessuto connettivo ipogeo costituito dei vasti criptoportici.

In sostanza Villa Adriana ancora oggi suscita nei ricercatori un grande interesse, sia per le peculiarità proprie del sito, sia come termine di confronto per la produzione architettonica e artistica coeva e successiva. All'interno di questo quadro di inserisce il presente articolo che ha come oggetto la divulgazione dei risultati di una serie di ricerche interdisciplinari condotte dall'Università degli Studi di Firenze a partire dal 2004 mediante l'impiego di sistemi di rilevamento 3D laser scanner. Il rilievo 3D esteso ad alcuni dei più famosi padiglioni della Villa ha permesso di attivare differenti filoni di ricerca sia di tipo informatico/grafico che metrologico/geometrico; a partire dal 2009 è stata avviata una stretta collaborazione con la Soprintendenza per i Beni archeologici del Lazio e con alcune università italiane ed europee, in particolare il Politecnico di Valencia³.

Rispetto ad altri studi condotti sulla Villa, si ritiene opportuno evidenziare il duplice ruolo rivestito da questo nuovo ciclo di ricerche. Da un lato l'importanza del rilievo con sensori attivi e passivi condotti alle diverse scale di dettaglio (dal tessuto connettivo ai grandi spazi voltati fino agli elementi di decorazione architettonica) e dall'altro l'uso degli strumenti e di metodologie scientifiche proprie dell'area del disegno per la lettura e l'interpretazione del progetto antico.

Quest'ultima affermazione che potrebbe essere interpretata come sorta di "rivendicazione" disciplinare, è tutt'altro che un superfluo *incipit* al testo che segue. Le esperienze condotte in questi anni a fianco di archeologi e conservatori hanno inequivocabilmente ribadito il ruolo primario della geometria e dell'analisi degli originali sistemi di misura per la lettura del manufatto architettonico. L'applicazione di questo metodo ha permesso di smentire o avvalorare precedenti soluzioni ricostruttive; questo principalmente attraverso l'impiego di modelli digitali 3D che hanno permesso interattivamente di validare o confutare le ipotesi proposte⁴.

ADRIANO E L'ARCHITETTURA

Il gruppo di ricerca nel corso degli anni, partendo dalla lettura del composto architettonico della villa, ha focalizzato il proprio interesse verso le ragioni alla base delle scelte progettuali, cercando di collocare queste nel giusto contesto storico-sociale al fine di comprenderne con chiarezza le fonti di ispirazione e gli sviluppi successivi dell'architettura adrianea.

La Villa è il prodotto di una mente brillante e curiosa, promotrice di nuove soluzioni ma anche radicalmente legata a schemi tradizionali già noti a Roma fin dal I sec. a.C.⁵ In sostanza a Villa Adriana vengono adottate soluzioni architettoniche ardite e originali ordinate secondo schemi ricorrenti (tipo su platea tipico delle ville dell'*otium*) adatti a realizzare quell'equilibrio tra spazio costruito e ambiente naturale adatto a realizzare quei "paradisi" tipici delle residenze dell'*otium* di stampo ellenistico e così bene interpretati a Roma dagli *horti* urbani. Il disegno adrianeo si configura da un lato come un collettore di esperienze artistiche precedenti e coeve e dall'altro come una macchina capace di rielaborare e sviluppare nuovi prototipi eletti ad esempio per modo dell'architettura successiva.

L'analisi delle misure estesa ai singoli padiglioni come all'intero complesso, mostra con evidenza che l'impianto della Villa è il raffinato prodotto di tecniche di pianificazione tipiche della tradizione mensoria romana (*aetrusca disciplina*) basata sull'*actus quadratus* di 120 per 120 piedi⁶ che sta alla base dell'articolata serie di rotazioni che ordinano le giaciture del complesso. Al tempo stesso la Villa è indubbiamente caratterizzata da soluzioni architettoniche e decorative che, secondo la tradizione, prendono spunto da edifici visti da Adriano durante i suoi lunghi viaggi.⁷

Le ragioni alla base di tale varietà, sono state interpretate dalla critica come una sorta di riflesso in termini architettonici del sincretismo religioso/politico promosso da Adriano e rappresentato concretamente nel Pantheon romano. Alcuni ritengono che Adriano, appassionato di arte e di architettura, desiderasse partecipare attivamente al processo creativo.⁸ Di certo costui fu un grande "costruttore" e favorì la realizzazione e il

ripristinato di edifici sia a Roma che in ogni parte dell'impero. L'architettura per Adriano, così come per i suoi predecessori, è uno strumento di affermazione personale e testimonia la presenza del potere centrale di Roma anche nelle più remote province dell'impero. Tuttavia l'atteggiamento di Adriano nei confronti dell'estetica architettonica fu sempre ambivalente; se da una parte fu disposto a promuovere soluzioni innovative come a Villa Adriana, dall'altra si preoccupò di agire in piena continuità con quanto fatto dai suoi predecessori⁹. A confermare questa lettura ci sono gli interventi voluti dall'Imperatore nella città di Atene che si dimostrano in completa antitesi rispetto alle tanto declamate tendenze filo-elleniche di Adriano. L'intervento nell'Agorà si configura come una "romanizzazione" della città, più guidata dall'ideologia imperiale che dall'amore per l'arcaismo. In continuità con il suo predecessore Augusto¹⁰, Adriano completa l'Agorà con la costruzione, a nord di questa, della Biblioteca, la quale non è altro che un quadriportico (probabilmente molto simile al Templum Pacis inaugurato nel 75 d.C. a Roma da Vespasiano) simile per dimensione e impianto, al precedente edificio augusteo¹¹. L'ideologia imperiale si manifesta in forma ancora più evidente, nel momento in cui Adriano stesso si fa fondatore della nuova cittadella sulle sponde dell'Ilissos. Questa era completamente slegata dall'area dell'Agorà e vi si accedeva attraverso un arco che riportava un'iscrizione, la quale indicava chiaramente che, oltrepassato questo, non ci si trovava più nella "città di Teseo", bensì in quella di Adriano.

GLI STUDI RECENTI

Fra gli ultimi contributi editi che hanno fatto il punto circa lo stato dell'arte delle conoscenze su Villa Adriana se ne possono menzionare tre:

-Il primo è di natura divulgativa, ma non per questo privo di interesse per gli "addetti ai lavori", ed è l'omonimo catalogo della mostra "*Hadrian, empire and conflict*"¹² allestita presso il British Museum nel 2008 che ha offerto una ampia panoramica sull'arte di epoca adrianea, ma anche sulla figura di Adriano come uomo e politico.

-Il secondo è il catalogo della già citata mostra

"*Villa Adriana. Una storia Mai finita*"¹³ organizzata dalla Soprintendenza presso l'*Antiquarium* del Canopo nel 2010 nella quale furono esposte le ricerche in atto sulla residenza adrianea con particolare attenzione alle relazioni di quest'ultima con le architetture adrianee presenti in altre località dell'impero.

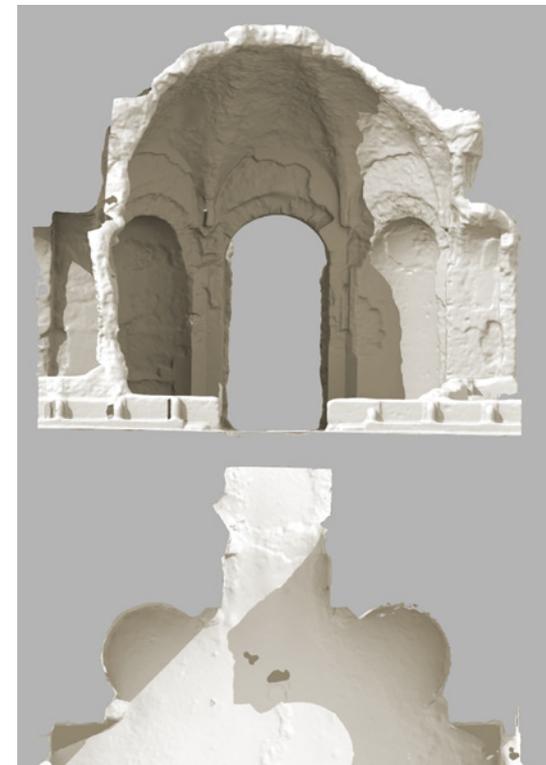
-Infine, di qualche anno precedente, si ricorda "*Villa Adriana. La pianta del centenario*"¹⁴ ad opera dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata con la Soprintendenza che, oltre a presentare un nuovo rilievo topografico dell'area demaniale di Villa Adriana e dei singoli padiglioni, fornisce interessanti spunti di ricerca su alcuni dei più importanti edifici della Villa.

Sempre appartenente a quest'ultimo filone di ricerca, fortemente legato all'ambito del rilievo archeologico, a partire dal 2004, hanno preso il via una serie di ricerche¹⁵, inizialmente legate all'applicazione di apparecchiature 3D laser scanner per il rilievo, che poi sono sfociate in studi metrologici, tipologico-morfologici ed informatico-grafici. La necessità di condurre le indagini direttamente sul modello tridimensionale ha richiesto ai ricercatori di sviluppare soluzioni di ottimizzazione dei modelli ad alta definizione, provenienti da rilievo laser scanner, attraverso soluzioni di *texturing* avanzato con l'obiettivo finale di poter eseguire anastilosi virtuali e ricostruzioni 3D dell'intero complesso. La facoltà di Architettura di Firenze ha sviluppato diverse tesi di laurea e di dottorato che, nel corso degli anni, hanno fatto di Villa Adriana un banco di prova per ricerche afferenti a molteplici ambiti disciplinari.

CRITERI METODOLOGICI

Per comprendere come si sono affrontati i casi di studio presentati di seguito è necessario definire con chiarezza quali sono state le metodologie adottate in relazione alle finalità. Il filone di ricerca legato alle applicazioni informatiche per la restituzione dei dati acquisiti si è focalizzato sulle soluzioni atte ad ottimizzare i modelli numerici da scansione laser al fine di garantire un *texturing* accurato. Nel corso degli anni si è ricorso ad applicazioni provenienti dall'ambito del *reverse modeling* per ottenere informazioni

utili al processo di anastilosi e assemblaggio dei singoli modelli, in particolare quelli relativi alle trabeazioni marmoree curvilinee che caratterizzano i padiglioni ad andamento mistilineo come Teatro Marittimo e Piazza d'Oro. Le soluzioni adottate sono state essenzialmente due: la prima consiste nell'abbassare il dettaglio del modello *mesh*, ricavare una mappa (applicata secondo il sistema di riferimento u,v) di normali tramite un'operazione di *baking*¹⁶ finalizzata a migliorare l'ombreggiatura del modello. Questa tecnica permette di migliorare solo l'apparenza del modello, mentre i contorni apparenti e le ombre portate, calcolate in *raytracing*, rivelano il reale dettaglio geometrico. Per risolvere questi problemi e per



Vestibolo di accesso alla Piazza d'Oro.

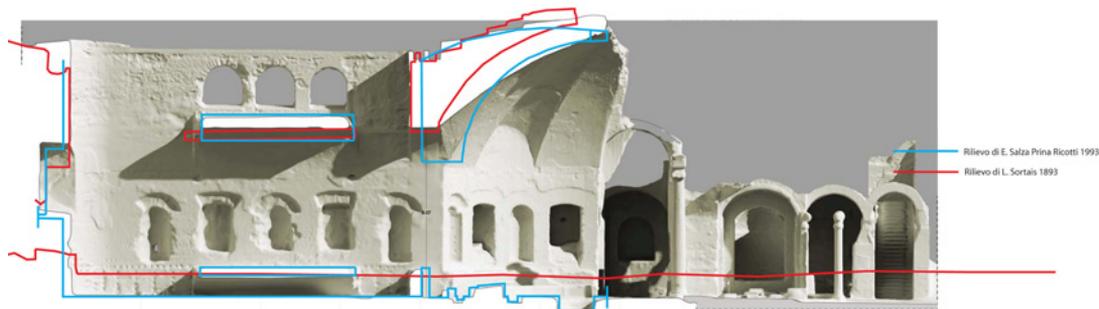
poter utilizzare produttivamente modelli digitali 3D in modo interattivo e poter valutare ipotesi di ricollocazione dei frammenti e della decorazione architettonica, si è optato per le superfici di suddivisione a cui viene applicata una mappa di scostamento in formato OpenEXR, anch'essa calcolata tramite *baking*. I vantaggi sono essenzialmente tre: affidabilità dei contorni e delle ombre proprie e portate, mappatura (u,v) più veloce, dettaglio variabile. Questa metodologia presuppone la trasformazione del modello mesh (rappresentazione triangolata della frontiera¹⁷) in un modello di tipo index mesh a poligoni quadrangolari (quad) attraverso un operazione di *retopology*.

I CASI DI STUDIO

Tra le numerose questioni ancora aperte relative alla Villa di Adriano a Tivoli, una delle più controverse è certamente quella che riguarda le soluzioni di copertura delle aule a sviluppo planimetrico concavo-convesso e semicircolare. Gli spazi caratterizzati da ichnografie ad andamento mistilineo sembrano essere il prodotto di una declinazione del tema dell'ottagono: nella sala Ottagonale delle Piccole Terme e nel padiglione di ingresso al portico dell'Accademia l'impianto evidenzia lati ad andamento rettilineo alternati a quelli curvilinei; in altri casi come nel padiglione sud della Piazza d'Oro i lati sono tutti curvi secondo un andamento concavo-convesso che produce in pianta originali punti di flesso. Il vestibolo di accesso alla Piazza invece è caratterizzato da un impianto poli-lobato in cui nicchie rettangolari si alternano a nicchie circolari.

Alcuni di questi ambienti conservano fortunatamente i sistemi voltati originali, in altri invece la quasi totale assenza di crolli in giacitura primaria e l'articolato schema planimetrico rende difficile l'interpretazione delle soluzioni di copertura. Nonostante questo, al di là delle ipotesi più o meno comprovate e condivisibili circa la presenza di coperture lignee, o di pionieristiche cupole sottili (GIZZI 2001) è possibile proporre delle soluzioni partendo da una lettura comparata con altri esempi presenti nella Villa.

Il primo caso di studio è il c.d. Serapeo del Canopo, rilevato nel settembre 2007¹⁸ mediante

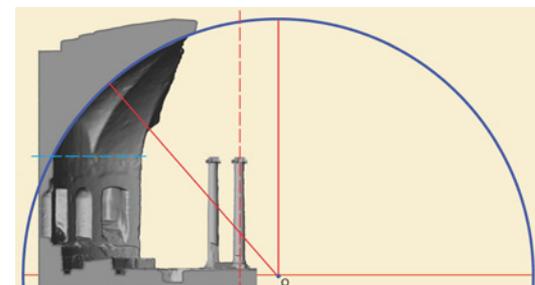


Confronto fra il rilievo del Serapeo del Canopo eseguito da Eugenia Salza Prina Ricotti, il pensionnaire Louis Sortrais ed il rilievo eseguito dall'Università degli Studi di Firenze e settembre 2007. Elaborazione Stefania Pini e Silvia Nicoli.

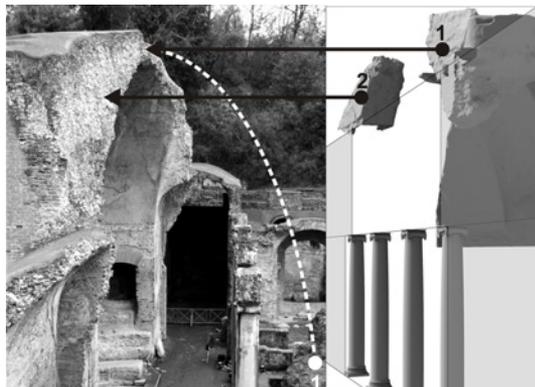
scanner a variazione di fase (*phase shift*). Si è provveduto a documentare l'intero complesso e le due porzioni di volta crollate in modo da poter formulare un'ipotesi sull'aspetto originario della facciata prospiciente l'euripo del Canopo.

Il modello tridimensionale dell'edificio integrato con le porzioni di volta crollate, mediante un'operazione di *anastilosi virtuale*¹⁹, ha evidenziato la caratteristica forma della volta ad andamento ribassato. Lo studio geometrico e metrologico, condotto sulle curve che descrivono l'intradosso della grande volta²⁰ che copre lo spazio riservato alla *coenatio*, mostra che le creste sono porzioni di calotta sferica il cui centro si trova in corrispondenza dell'incrocio tra l'asse di simmetria dell'edificio e il bordo della vasca esterna alla quota del terreno, diversamente da quanto riportato in studi precedenti (Salsa Prina Ricotti, 2001)²¹.

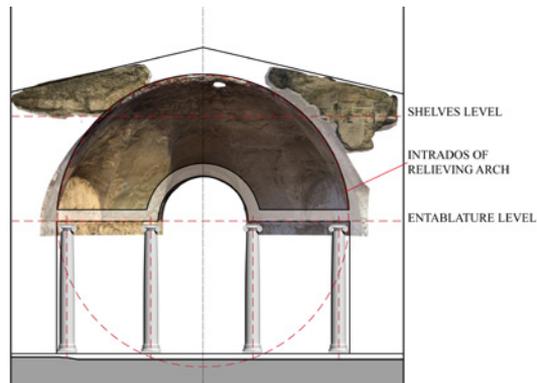
I nuclei murari crollati sono stati virtualmente ricollocati in opera sulla base di elementi distintivi individuabili direttamente sui modelli poligonali. Il crollo di sinistra, infatti, presenta ancora oggi un arco di scarico, mentre entrambi mostrano le tracce di piccole mensole in aggetto. Il masso di destra, essendo tuttora in giacitura primaria, permette di comprendere le dinamiche del crollo: la muratura, distaccatasi dalla volta è precipitata al suolo compiendo una rotazione su se stessa di 180 gradi²². Le mensole in comune tra il crollo di destra e quello di sinistra hanno permesso di individuare non solo il fronte di muratura rivolto



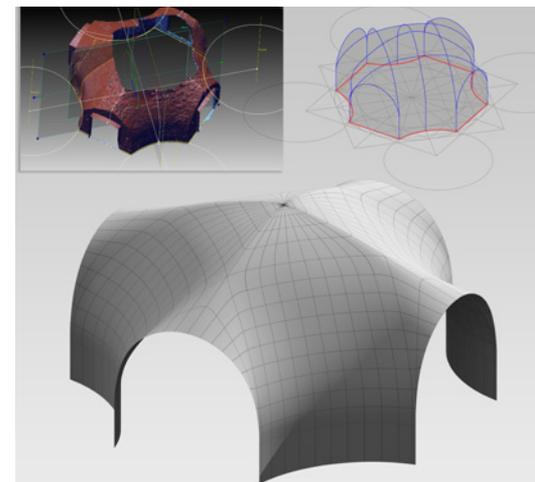
Sezione della cupola del Serapeo con indicata la calotta sferica che costituisce la "cresta" del sistema voltato. Elaborazione Stefania Pini e Silvia Nicoli.



Schema esplicativo della meccanica del crollo dei due frammenti che costituivano la facciata del Serapeo. Una volta scansionati e convertiti in modelli numerici è stato possibile stabilire la loro posizione iniziale sulla base di vincoli geometrici costituiti dalle mensole e dall'arco ben visibile nel frammento di sinistra.



Grazie a modelli ottimizzati mediante normal map e mappe del colore apparente, così come ad applicativi di reverse modeling per ottenere le sezioni fondamentali, si è potuto restituire l'aspetto del fronte di questo celebre monumento che era coronato da un timpano.



Fasi di elaborazione dell'ipotesi ricostruttiva della copertura della sala ottagonale delle Piccole Terme. Estrazione di sezioni rilevanti dal modello ad alto dettaglio, modello a fil di ferro idealizzato e ipotesi relativa all'intradosso della sala. Elaborazione del modello ad alto dettaglio: Mirco Pucci.

verso l'esterno, ma anche un primo allineamento reciproco, mentre la porzione di arco di scarico ha consentito di suggerire due diverse ipotesi sul fronte del monumento. La prima individua l'imposta dell'arco di scarico in corrispondenza delle due colonne addossate al muro esterno del lungo corridoio voltato a botte, la seconda ipotizza l'imposta dell'arco sui muri, lasciando alle colonne il solo peso della trabeazione²³. Entrambe le proposte, comunque, evidenziano un andamento rettilineo della sommità del fronte, quasi a suggerire la presenza di un timpano triangolare. Questa soluzione architettonica dell'arco a tutto sesto, sotteso da un timpano triangolare non è certamente sconosciuta ad Adriano, in quanto presente nell'arco di trionfo eretto in onore dell'imperatore nel 129 a Jerash in Giordania. L'edificio era caratterizzato dalla continua presenza dell'acqua, mentre le superfici interne presentavano un rivestimento marmoreo nelle zone inferiori e nelle fontane, in tessere di pasta vitrea per la semicupola e in pomice (tartari) per la galleria centrale. La dicotomia tra l'aspetto naturale dell'interno

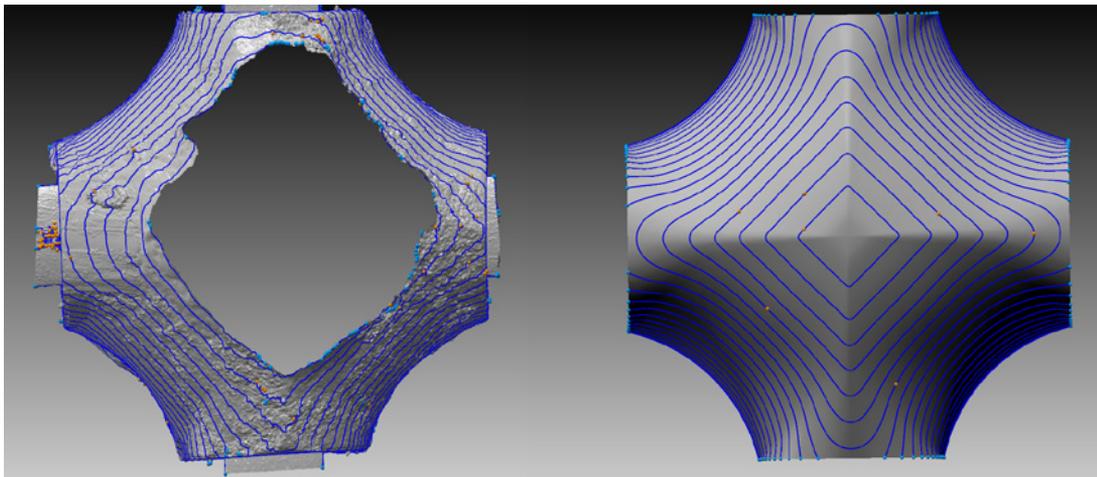
e il rigore architettonico della facciata principale trova un riscontro nella tradizione dei ninfei scenografici di epoca imperiale, con particolare riferimento alla tipologia dell'*antrum cyclopicis*²⁴ magistralmente rappresentata nel ninfeo della villa di Tiberio a Sperlonga.

Un secondo caso di studio meritevole di interesse riguarda la c.d. "sala ottagonale" delle Piccole Terme dato che a nostro modo di vedere può fornire chiavi di lettura per altri due spazi dotati di ichnografia simile e di conseguenza anche le eventuali coperture potrebbero avere tratti comuni come nel caso della Piazza d'Oro e del padiglione di ingresso del portico dell'Accademia.

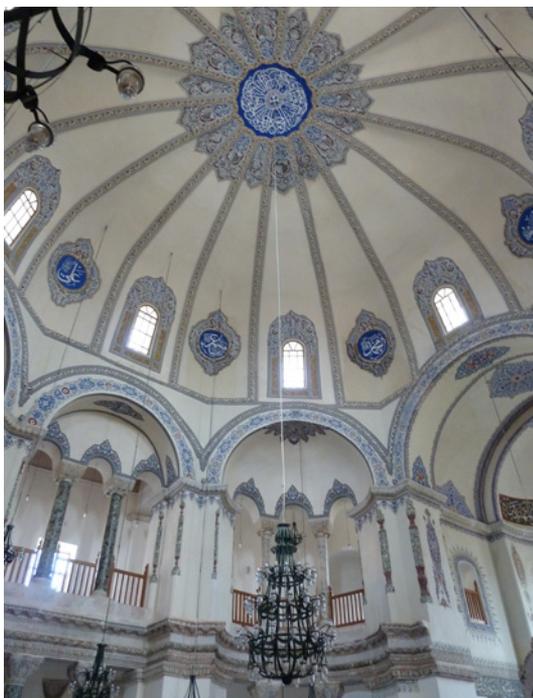
Il rilievo delle Piccole Terme è stato effettuato in due fasi distinte ad un anno di distanza l'uno dall'altro, il primo nel settembre 2007 ed il secondo nel settembre 2008²⁵. Gli scanner adottati sono entrambi a variazione di fase: il Faro HE8080 ed uno Zoller+Fröhlich GmbH 5003.

La sala ottagonale presenta significative porzioni della copertura ancora in buone condizioni, ma ad occhio nudo è assai difficile comprendere la

natura morfologica di questo sistema voltato tanto singolare e per certi versi pionieristico. Il modello mesh ad alto dettaglio è servito come base per eseguire una serie di congetture sulla natura delle superfici complesse che coprivano questo spazio; le sezioni orizzontali a passo costante eseguite direttamente sul modello numerico sono caratterizzate da un andamento curvilineo. Tuttavia a partire dalla sommità delle lunette su cui si imposta parte della cupola si nota un accenno di quella che verosimilmente si potrebbe ipotizzare come un padiglione a pianta quadrata. In sostanza i quattro fusi che probabilmente ricoprivano la sala sono crollati, ma quel poco che rimane lascia intendere che l'architetto avesse risolto, tramite un raccordo morfologicamente complesso, il passaggio dall'*ichnographia* mistilinea ad una soluzione di copertura "canonica" e di facile realizzazione. Le lunette erano poi raccordate a loro volta con il resto della copertura tramite unghie rampanti che i consolidamenti eseguiti nel corso degli anni hanno reso difficilmente leggibili. Le sezioni a passo costante eseguite con piani



Confronto fra l'andamento delle curve di livello dell'intradosso della cupola della sala ottagonata: stato di fatto e ipotesi ricostruttiva.



San Sergio e Bacco ad Istanbul. La planimetria, il sistema delle trabeazioni e le soluzioni di raccordo della cupola presentano diversi aspetti in comune con le cupole di epoca adrianea. (Foto: Francesco Leoni).

verticali paralleli passanti per i centri delle circonferenze che definiscono i lati curvilinei dell'ottagono" hanno evidenziato l'assenza di una curva generatrice nota. Mentre per quanto riguarda la pianta, il motivo geometrico del quadrato ruotato che è possibile riscontrare in vari padiglioni della Villa, viene applicato per la definizione degli otto lati della sala.

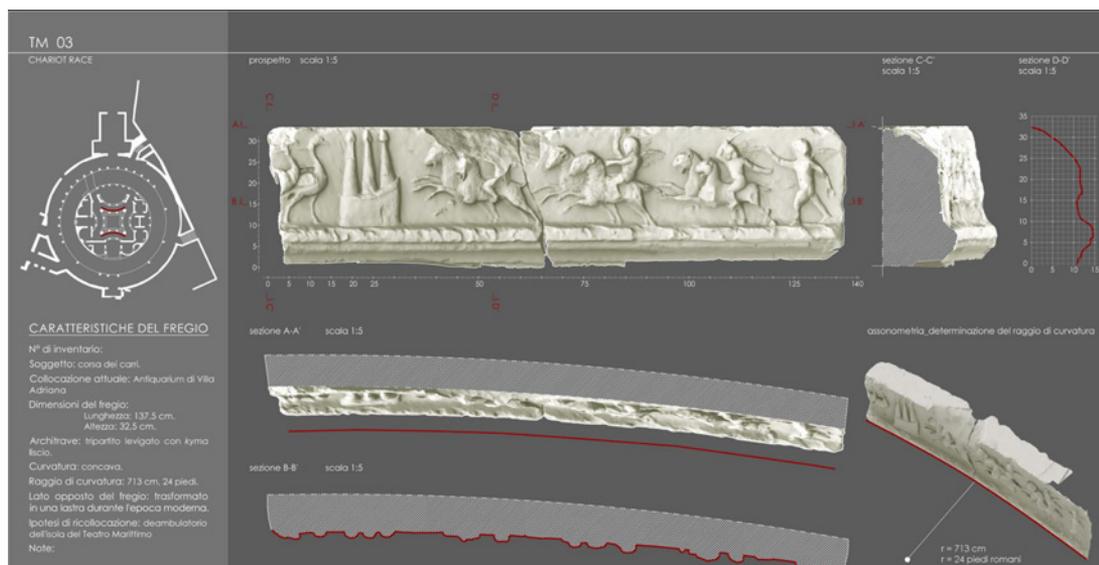
Gli ultimi due casi di studio affrontati sono il Teatro Marittimo e la Piazza d'Oro. Questi ambienti, caratterizzati da una pianta centrale, presentano, rispetto ai casi precedenti, una ulteriore difficoltà dovuta alla mancanza di tracce riconducibili alla soluzione di copertura. Inoltre la totale assenza di crolli in giacitura primaria non permette alcun tipo di anastilosi virtuale. Tuttavia si conservano, ancora oggi, numerosi frammenti di decorazione architettonica (basi, colonne e trabeazioni) riconducibili ad entrambi questi edifici, caratterizzati da un andamento planimetrico mistilineo. La ricerca ha come obiettivo la documentazione e catalogazione sistematica di tutti i frammenti di decorazione. La ricostruzione dei meccanismi

progettuali che sono alla base dell'impianto di questi edifici attraverso la rilettura delle evidenze archeologiche, al fine di verificare la consistenza e la misura delle strutture originali. Ed infine lo studio delle caratteristiche formali e metriche dell'apparato decorativo dell'edificio in continuo confronto con l'impianto architettonico, al fine di proporre soluzioni di sintesi su cui basare le ipotesi di ricostruzione virtuale. In sostanza la ricerca affronta il tema della ricostruzione delle soluzioni di copertura partendo da una capillare anastilosi virtuale dei frammenti di decorazione architettonica. Il tentativo nasce dalla consapevolezza che a Villa Adriana si materializza un "cambiamento di paradigma" dell'architettura romana. Qui infatti; la "scatola muraria" che funziona da imposta per le ardite soluzioni di copertura, viene "svuotata" e sostituita con telai ad andamento mistilineo, evoluzione del sistema trilitico classico (base,colonna, trabeazione). Le pareti non sono più la "tela" sulla quale raffigurare attraverso l'inganno pittorico le successioni di ambienti immaginari, come nei trompe l'oeil pompeiani, ma sono oggettivazioni architettoniche prodotte attraverso costruzioni geometriche complesse nelle quali l'alternanza di concavo e convesso dilata lo spazio centrale (BETTINI, 1992). In questo senso l'architettura di Villa Adriana sembra anticipare un'idea di spazialità che ritroveremo a Roma solo a partire dal IV secolo d.C. e che pervaderà l'estetica architettonica tardo antica (come ad esempio nella chiesa dedicata ai Santi Sergio e Bacco ad Istanbul). I dati ottenuti con i rilievi 3D laser scanner eseguiti a Villa Adriana negli ultimi otto anni hanno permesso di individuare alcune delle numerose regole alla base di questa innovativa concezione dello spazio architettonico.



Ninfeo sud della Piazza d'Oro: riposizionamento dei frammenti della decorazione architettonica custoditi nell'antiquarium della Villa. Per effettuare questo genere di anastilosi virtuale è necessario studiare nel dettaglio le sezioni rilevanti delle murature e confrontare le misurazioni con le unità impiegate all'epoca della costruzione, ma al tempo stesso per la valutazione delle ipotesi è necessario ricorrere a modelli ottimizzati. In questo caso i modelli sono a dettaglio variabile dato che si è impiegata la rappresentazione a displaced subdivision surface.

Fregio appartenente alla trabeazione del Teatro Marittimo. Numerosi fregi appartenenti a questo celebre edificio sono dispersi in vari musei europei. Elaborato di sintesi eseguito nell'ambito della Tasi di Master della Accademia Adrianea di Architettura e Archeologia da Chiara Bezzi, Valentina Gotti, Valentina Lazzari, Sara Montanari, Alessia Zampini, Jessica Zonzini.



RINGRAZIAMENTI

Questo contributo è reso possibile grazie al lavoro, sviluppato nell'arco di quasi dieci anni, da un gruppo di ricerca della Facoltà di Architettura di Firenze coordinato dai Professori Marco Bini e Giorgio Verdiani. Fra gli studenti che hanno prestato il loro aiuto nelle campagne di rilievo così come nelle operazioni di elaborazione dei dati

un particolare ringraziamento va a Stefania Pini e Silvia Nicoli. Tali attività si sono effettuate grazie alla preziosa collaborazione instaurata con la Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio, (Soprintendente Dottoressa Marina Sapelli Ragni) mentre per quanto riguarda la collaborazione scientifica sui temi del Teatro Marittimo e di Piazza d'Oro si ringrazia la direttrice del Parco archeologico di Villa Adriana, dottoressa Benedetta

Adembri che nel corso degli anni ha fornito molti degli spunti di riflessione contenuti all'interno di questo scritto. Infine, un sentito ringraziamento all'Accademia Adrianea di Architettura e Archeologia, nella figura del Prof. Pier Federico Caliri che ha supportato l'attività di ricerca e di divulgazione incoraggiando chi scrive a sviluppare lo studio di Villa Adriana.

NOTE

- [1] Salza Prina Ricotti, Eugenia, (2001), Villa Adriana: il sogno di un imperatore. «L'Erma» di Bretschneider, Roma.
- [2] Si ricorda fra l'altro che il relativo periodo di pace che contraddistinse il regno di Adriano rese disponibili un gran numero di tecnici altamente qualificati provenienti da ogni lato dell'Impero. Questi passarono dall'ambito bellico a quello architettonico e sicuramente prestarono le proprie competenze per la realizzazione di quegli aspetti costruttivi ed impiantistici che contraddistinguono la Villa Adriana.
- [3] Si fa riferimento a tesi di dottorato ed altre ricerche che si stanno sviluppando grazie al lavoro svolto in questi anni dal Professor Francisco Juan Vidal del Dipartimento di Expresión Grafica Arquitectónica dell'Universitat Politècnica de

València.

- [4] Si segnala come esempio paradigmatico di questo approccio interdisciplinare: ADEMBRI, Benedetta, DI TONDO, Sergio, FANTINI, Filippo (2010), Architecture with concave and convex rhythms and its decoration in Hadrian age: the south pavilion of Piazza d'Oro in Hadrian's Villa. In proceedings of the 15th Congress on Cultural heritage and new technologies. Phoibos Verlag, Vienna.
- [5] DI TONDO, Sergio (2007), La forma di Villa Adriana nel territorio tiburtino. Tesi di dottorato in rilievo e rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente, Università degli studi di Firenze, pp 55-58.
- [6] Per una scrupolosa lettura degli aspetti compositivi generali della Villa Adriana in rapporto ai sistemi sensoriali romani si veda: DI TONDO, Sergio (2007), La forma di Villa Adriana nel territorio tiburtino. Tesi di dottorato in rilievo e rappresentazio-

ne dell'architettura e dell'ambiente, Università degli studi di Firenze.

[7] Secondo Bloch la costruzione della villa è strettamente collegata al rientro di Adriano dai suoi viaggi. In sostanza il Bloch associa l'avvio delle diverse fasi di edificazione della villa alla presenza dell'imperatore a Roma, riconoscendogli il ruolo di "deus ex machina" dell'edificazione della villa. In H. Block "I Bolli laterizi e la storia edilizia romana; la villa di Adriano a Tivoli" in "Bollettino Commissione Archeologica comunale di Roma" 65, Roma 1937, pp 113-181.

[8] A conferma di questa ipotesi abbiamo poche, ma significative testimonianze scritte che riportano le dispute intercorse fra Adriano e l'architetto di Traiano, Apollodoro da Damasco. Cassio Dione fa riferimento a due episodi che, in momenti diversi, videro i due contrapporsi e che terminarono con l'esilio e probabilmente con la condanna a morte del celebre architetto orientale. Apollodoro, riteneva Adriano un dilettante della progettazione e giudicò con disprezzo i suoi disegni di cupole, molto probabilmente ad ombrello: "Vattene via! Vai a disegnare le tue zucche. Di architettura tu non hai mai capito niente!". Il secondo episodio cronologicamente successivo, avvenne durante gli anni del principato di Adriano e riguardò il progetto che l'imperatore sviluppò personalmente per la costruzione del Tempio di Venere e Roma: probabilmente voleva dimostrare le sue capacità di architetto ad Apollodoro, pertanto gli inviò il progetto aspettandosi un parere favorevole. Questi consigli di costruirlo su di una terreno elevato in modo da realizzare dei magazzini nelle costruzioni, ma anche per conferire al tempio una posizione privilegiata rispetto alla Via Sacra; però per quanto riguardava l'altezza dell'edificio in rapporto all'altezza delle statue delle due dee, questi si espresse in modo sarcastico ed irrispettoso: "Ora, se le Dee desiderassero alzarsi e andare fuori, non saranno in grado di farlo."

[9] Non va dimenticato che Adriano stesso, come molti dei suoi predecessori, fu promotore, in nome del mos maiorum, di una tradizione che,

attraverso la ripetizione di gesti, cerimonie e ritualità, aveva la finalità di legittimare, mediante la memoria del passato, l'operato dell'imperatore nel presente.

[10] In relazione al rapporto tra Augusto e Adriano vd. Z. MARI, "Tivoli in età adrianea" in AA.VV. ANNA MARIA REGGIANI (a cura di) "Villa Adriana: Paesaggio antico e ambiente moderno, elementi di novità e ricerche in corso". Atti del convegno tenuto a Roma, Palazzo Massimo alle Terme il 23-24 giugno 2000 in testa al front: Ministero per i beni e le attività culturali, Soprintendenza archeologica del Lazio, Electa, Milano 2002, pp. 181-202.

[11] GROS, PIERRE; TORELLI, MARIO "Storia dell'Urbanistica: il mondo romano" nuova ed. riv. e aggiornata, Grandi Opere, GLF 2007, editori Laterza, Roma 2007, p. 426.

[12] THORSTEN, Opper (2008), *Hadrian Empire and conflict*, The British Museum Press, London.

[13] SAPELLI RAGNI, Marina (2010), *Villa Adriana. Una storia Mai finita*, Electa, Milano.

[14] CINQUE, Giuseppina Enrica, Adembri Benedetta (2006), *Villa Adriana, la pianta del centenario*, Centro Di, Firenze.

[15] Nel 2004-2005 i rilievi laser scanner si sono concentrati su due edifici in particolare: complesso delle Grandi Terme e della c.d. Palestra della Villa poiché era necessario produrre le basi bidimensionali per lo sviluppo dei progetti di allestimento nell'ambito del workshop di museografia Premio Piranesi. Il progetto è stato coordinato dall'allora direttore del dipartimento di Progettazione della Facoltà di Architettura di Firenze, Prof. Marco Bini ed dal prof. Giorgio Verdiani.

[16] Per un approfondimento sulle tecniche di baking o bake to texture vd. Filippo Fantini "La modellazione in Displacend Sub D. Modelli a dettaglio variabile da scansioni laser " in "Il ritorno all'immagine. Nuove procedure image based per il Cultural Heritage" a cura di G. Verdiani, Lulu edizioni, 2011.

[17] Per un approfondimento in merito alla rappresentazione della frontiera di un modello digitale si veda

Sergio Di Tondo "Sui modelli digitali. Alcune considerazioni propedeutiche alla lettura" in "Il ritorno all'immagine. Nuove procedure image based per il Cultural Heritage" a cura di G. Verdiani, Lulu edizioni, 2011.

[18] Il rilievo è stato impiegato come base per lo sviluppo della tesi di laurea di Silvia Nicoli e Stefania Pini dal titolo "Strumenti per la rilettura del manufatto architettonico: il Serapeo, un triclinio scenografico a Villa Adriana" relatore: Prof. Giorgio Verdiani, co-relatori: dott. Sergio Di Tondo, dott. Filippo Fantini.

[19] Di Tondo S., Nicoli S. "Digital survey and investigations on the shape of the ribbed vault of Villa Adriana's Serapeo" in CAA 2008 Computer Applications and quantitative Methods in Archaeology "On the road to reconstructing the past conference proceedings.

[20] Per un approfondimento sulla geometria delle volte vd. C. Crescenzi "Superfici a semplice e doppia curvatura. Le ragioni geometriche delle coperture voltate in architettura" Tesi di Dottorato in Rilievo e Rappresentazione del Costruito, Palermo 1991. C. Crescenzi "Genesi dell'Architettura. Strumenti per il progetto" Tipografia il David, Firenze, settembre 2008.

[21] Salsa Prina Ricotti E., 2000, op. cit. p. 251.

[22] Così come fa notare lo stesso Aurigemma: "Il nucleo di ponente è caduto ribaltando su se stesso, ed ha trovato la vasca già interamente piena di terra e di detriti di strutture murarie" in Bollettino d'Arte, Roma, 1954, p. 330. Questo significa che oggi è possibile apprezzare l'intradosso della volta crollata, mentre l'estradosso fa da base all'intero blocco poggiando sui moderni blocchi di calcestruzzo.

[23] La soluzione più plausibile tra le due sembra essere la seconda, non solo perché conferisce al fronte un aspetto meno tozzo, ma anche perché risulta coerente rispetto alle altre soluzioni voltate presenti all'interno del complesso adrianeo. Infatti all'interno dei padiglioni della villa non esistono archi portanti che scaricano direttamente su colonne.

[24] Cima M., La Rocca E. "è vero-

simile che con la denominazione antrum cyclopis si intendesse una specifica tipologia architettonica, come sarebbe possibile postulare in base alle somiglianze tra la Grotta di Tiberio a Sperlonga ed al Ninfeo del Bergantino a Castelgandolfo. Tali antra erano probabilmente utilizzati come coenationes, luoghi di incontro dove si desinava in situazioni amene e ombreggiate, tra sculture e giochi d'acqua entro spazi architettonicamente fantasiosi. Essi avrebbero assunto la denominazione comune di antra Cyclopis, forse per la presenza di gruppi raffiguranti Ulisse e Polifemo entro l'abside centrale, in una situazione non dissimile da quella di Baia (Villa di Claudio)" in Horti romani. Ideologia e auto rappresentazione. Atti del convegno internazionale (Roma, 4-6 Maggio), L'erma di Bretschneider, Roma 1998, p. 210.

[25] Il rilievo è stato impiegato come base per lo sviluppo della tesi di laurea di Mirco Pucci dal titolo "Le Piccole Terme di Villa Adriana, rilievo e Rappresentazione del Costruito, Palermo 1991. C. Crescenzi "Genesi dell'Architettura. Strumenti per il progetto" Tipografia il David, Firenze, settembre 2008.

BIBLIOGRAFIA

ADEMBRI, Benedetta, DI TONDO, Sergio, FANTINI, Filippo (2010), *Architecture with concave and convex rhythms and its decoration in Hadrian age: the south pavilion of Piazza d'Oro in Hadrian's Villa*. In proceedings of the 15th Congress on Cultural heritage and new technologies. Phoibos Verlag, Vienna.

AURIGEMMA, Salvatore (1996). *Villa Adriana*. Roma: Istituto poligrafico della Zecca dello Stato.

BETTINI, Sergio, (1992). *Lo spazio architettonico da Roma a Bisanzio*, Dedalo, Bari 1992

BLOCH, Herbert (1937), *I Bolli laterizi e la storia edilizia romana; la villa di Adriano a Tivoli in Bollettino Commissione Archeologica comunale di Roma* 65, Roma

(1954). *Bollettino d'arte n° 39 Ottobre*. Roma: Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

BOZZONI, FRANCHETTI PARDO, ORTOLANI, VISCOLIOSI (2006). *L'architettura del mondo antico*. (Grandi Opere, GLF editori Roma: Laterza.

CIMA, Maddalena, LA ROCCA, Eugenio, (1995), *Horti romani. Ideologia e auto rappresentazione*. Atti del convegno internazionale (Roma, 4-6 Maggio), L'erma di Bretschneider, Roma.

CINQUE, Giuseppina Enrica, Adembri Benedetta (2006), *Villa Adriana, la pianta del centenario*, Centro Di, Firenze.

CRESCENZI Carmela, (1991), *Superfici a semplice e doppia curvatura*. Le ragioni geometriche delle coperture voltate in architettura, Tesi di Dottorato in Rilievo e Rappresentazione del Costruito, Palermo

CRESCENZI Carmela, (2008), *Genesi dell'Architettura. Strumenti per il progetto*, Tipografia il David, Firenze

DI TONDO, Sergio (2007), *La forma di Villa Adriana nel territorio tiburtino*. Tesi di dottorato in rilievo e rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente, Università degli studi di Firenze

DI TONDO Sergio, NICOLI Silvia

(2008). *Digital survey and investigations on the shape of the ribbed vault of Villa Adriana's Serapeo*, in CAA 2008 Computer Applications and quantitative Methods in Archaeology "On the road to reconstructing the past conference proceedings

GIUFFRIDA Alessia, LIUZZO Mariangela, SANTAGATI Cetina, (2007), *Il laser scanner per il rilevamento delle opere archeologiche*. Le terme dell'Indirizzo a Catania, in L. Andreozzi (a cura di), *Il Rilievo dei Beni Architettonici ed Archeologici*. Giornate di studio su Le nuove frontiere del rilevamento digitale Esperienze del passato e prospettive. Atti Convegno 2005, Aracne, Roma

GROS, Pierre; TORELLI, Mario, (2007), *Storia dell'Urbanistica: il mondo romano nuova ed. riv. e aggiornata*, Grandi Opere, GLF 2007, editori Laterza, Roma

REGGIANI, Anna Maria (a cura di), (2000), *Villa Adriana: Paesaggio antico e ambiente moderno, elementi di novità e ricerche in corso*. Atti del convegno tenuto a Roma, Palazzo Massimo alle Terme il 23-24 giugno 2000 in testa al frontespizio: Ministero per i beni e le attività culturali, Soprintendenza archeologica del Lazio, Electa, Milano

SALZA PRINA RICOTTI, Eugenia, (2001), *Villa Adriana: il sogno di un imperatore*. «L'Erma» di Bretschneider, Roma.

SAPELLI RAGNI, Marina (2010), *Villa Adriana. Una storia Mai finita*, Electa, Milano

THORSTEN, Opper (2008), *Hadrian Empire and conflict*, The British Museum Press, London.

VERDIANI, Giorgio, (a cura di) (2011) *Il ritorno all'immagine. Nuove procedure image based per il Cultural Heritage*, Lulu edizioni.