

Pompeii Sustainable Preservation Project: i lavori del 2015 e il futuro del progetto

Albrecht Matthaei (Consulente Scientifico del PSPP), Anna Anguissola (Università di Pisa), Ralf Kilian (Fraunhofer IBP), Monica Martelli Castaldi (Consulente Restauratrice del PSPP), Sara Saba (Fraunhofer IBP). Per la TUM: Erwin Emmerling. Per il CNR-IBAM: Daniele Malfitana, Antonino Mazzaglia, Giovanni Leucci, Giovanni Fragalà, Lara De Giorgi, Danilo P. Pavone, Samuele Barone, Salvatore Russo

This contribution describes the work that has been carried out and the plans for the future of the Pompeii Sustainable Preservation Project (PSPP). The project has been operating in the Necropolis of Porta Nocera since 2014. Several partners who support and actively work in the project offer here an overview of their research (conservation, digital documentation, education) and the general aims of this project, which is a truly future-oriented and aims at formulating a sustainable plan for the conservation of the burial area of porta Nocera.

A. Introduzione

Le necropoli di Porta Nocera e di Via Nucerina sono tra le aree sepolcrali di Pompei di maggior interesse conservate fino ai giorni nostri.¹ Porta Nocera, localizzata nella parte sud-orientale della città antica di Pompei, fu interessata principalmente da due programmi di scavo negli anni '50 e '80 dello scorso secolo.² Bisogna rilevare tuttavia che, mentre le indagini archeologiche svoltesi negli anni '50 venivano condotte in una temperie culturale che tendeva a sottovalutare l'apporto delle necropoli alla conoscenza del mondo antico, come dimostra anche il fatto che i risultati furono pubblicati solo decenni più tardi, le attività di scavo degli anni '80 appartengono ad una fase di rivalutazione della portata storica della ricerca nelle aree funerarie.³ Porta Nocera è stata poi oggetto di ulteriori indagini in anni molto recenti. In particolare, le ricerche condotte dal Professor W. van Andringa e dal suo gruppo di lavoro hanno adottato una prospettiva storico-antropologica nell'analisi dei rituali funerari.⁴

Il crescente interesse per queste aree, che appartengono a pieno diritto alle strutture urbane antiche, è alla base delle attività del Pompeii Sustainable Preservation Project (da qui in avanti, PSPP), fondato nel 2012 ed operativo dal 2014, che, per gentile concessione e in stretta collaborazione con la Soprintendenza di

1. La letteratura scientifica utilizza in genere la definizione generale di Porta Nocera. In questo contributo, tuttavia, si opera una distinzione ulteriore basata sulla storia degli scavi e sulla topografia dell'area: preferiamo infatti denominare l'area di sud-est "Via Nucerina", in quanto le tombe qui collocate erano affacciate su un asse stradale che, dipartendosi da quello lungo le mura di Pompei, conduceva alla città di Nuceria.

2. I risultati degli scavi sono stati pubblicati da D'Ambrosio e De Caro, Un impegno per Pompei: Fotopiano e documentazione della Necropoli di Porta Nocera, Milano 1984; A. D'Ambrosio e S. De Caro, "La Necropoli di Porta Nocera. Campagna di Scavo 1983", in P. Zanker e H. von Hesberg (edd.), Römische Gräberstrassen: Selbstdarstellung, Status, Standard: Kolloquium in München vom 28. bis 30. Oktober 1985, Munich, 1987, pp. 199-228.

3. Per la storia delle precedenti attività di scavo si vedano i contributi di d'Ambrosio e de Caro 1984, spec. pp. 23-24.

4. Per questi lavori si rimanda ai contributi del Professor van Andringa e dei suoi collaboratori che sono stati pubblicati su questa stessa rivista negli anni 2007 ("I riti e la morte a Pompei: nuove ricerche archeologiche nella necropoli di Porta Nocera" in <http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2007-93.pdf>) e 2015 ("Scavo nella necropoli romana di Porta Nocera a Pompei: il settore 26OS", in <http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2015-336.pdf>) oltre che al volume Van Andringa W., Duday H., Lepetz S. et al., Mourir à Pompéi : fouille d'un quartier funéraire de la nécropole romaine de Porta Nocera, 2 vol., Collection de l'École française de Rome, 468, Rome, 2013. Un altro lavoro monografico è rappresentato dalla tesi di dottorato di M. Castiglione, Diiunxit Pompeianos a colonis. Dinamiche sociali e scelte monumentali nella necropoli di Porta di Nocera a Pompei, Scuola Normale Superiore (Pisa), Tutor: Prof. Paul Zanker.

Pompei, opera proprio nella necropoli di Porta Nocera (www.pompeii-sustainable-preservation-project.org). Il progetto la cui sede legale si trova in Baviera, presso il Fraunhofer Institut für Bauphysik di Holzkirchen, è un consorzio di istituti di ricerca ed istruzione superiore, tra cui la Technische Universität München, l'ICCROM, l'IBAM-CNR, l'Università di Pisa e quella di Oxford. Il progetto si prefigge di operare nell'ambito del restauro e della conservazione sostenibile, della ricerca d'eccellenza e della formazione di nuovi professionisti della conservazione specializzati nei problemi specifici delle aree archeologiche.

Ispirandosi alla fortunata esperienza dell'Herculaneum Conservation Project (HCP) ad Ercolano, il PSPP ha siglato una prima convenzione con l'allora Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Pompei, Ercolano e Stabia (oggi Soprintendenza di Pompei) nel 2014, gettando così le basi per la fruttuosa cooperazione tuttora in corso. Sempre in piena collaborazione con la Soprintendenza, il PSPP ha potuto condurre la sua campagna preliminare nel 2014⁵ i cui risultati principali sono: la formulazione di un piano strategico di intervento sul sito della necropoli, lo studio dei materiali d'archivio per una migliore comprensione della storia del restauro, lo sviluppo del progetto dell'IBAM-CNR per la creazione di un modello 3-D della necropoli consultabile online e atto a riprodurre, con un elevato livello di dettaglio, le condizioni degli edifici funerari inseriti nel loro esatto contesto topografico. La campagna ha inoltre permesso d'indagare le principali cause di degrado dei monumenti della necropoli e dei monumenti funerari, tra cui emerge con forza l'incidenza dell'azione dell'acqua meteorica, sia diretta che proveniente dal terreno per risalita capillare. Porta Nocera è, infatti, uno dei punti più bassi dell'intero parco archeologico di Pompei e subisce le conseguenze del mancato convogliamento delle acque piovane, sia dal sito che dalla città moderna. Sulla base dei lavori svolti nel 2014, è stato determinato che, oltre ad una efficace opera di restauro, i monumenti funerari della necropoli necessitano di una protezione stabile e duratura, realizzabile principalmente attraverso la costruzione di nuove coperture. Senza tale supporto e protezione, ogni intervento che non sia di emergenza non può essere risolutivo né duraturo.⁶

B. Le attività del 2015

Nel 2015 il PSPP ha beneficiato di una generosa donazione da parte della Alan e Linde Katritzky Foundation, che ha permesso al progetto di continuare i suoi lavori nell'ambito della conservazione e anche di inaugurare la scuola estiva di formazione per giovani professionisti della conservazione. Il 2015 ha visto infatti la nascita e l'attivazione della prima International Summer Academy for Young Conservators che il PSPP intende rendere un appuntamento formativo a cadenza regolare e, dunque, un riferimento stabile per l'alta formazione nell'ambito della conservazione dei beni culturali, con particolare attenzione ai molteplici problemi delle strutture esposte all'aperto in siti archeologici.

Altri aspetti della campagna 2015, tenutasi tra il 7 Settembre ed il 9 Novembre 2015, che verranno in parte di seguito approfonditi, riguardano la prosecuzione del progetto IBAM-CNR, la progettazione di un prototipo di copertura a protezione dei monumenti funebri e l'attività di monitoraggio delle condizioni termigrometriche delle camere funerarie e microclimatiche delle facciate, delle coperture protettive esistenti e delle pannellature protettive in vetro installate principalmente negli anni '60, con i relativi effetti. Lo studio di quest'ultimo tema è affidato all'università di Oxford e al Fraunhofer Institut IBP. I suoi risultati consentiranno di operare una migliore lettura dei danni ai monumenti e proporre nuove misure per la loro conservazione sostenibile.

Infine, si è proseguito nelle attività di divulgazione che erano già state intraprese nel 2014 con un programma di visite al cantiere per scuole locali. Nel 2015, oltre alle visite al progetto offerte a classi scolastiche della zona, si sono tenuti corsi riservati ai professionisti del mondo dell'istruzione e della cultura.

5. Per la campagna preliminare 2014 (22 settembre – 14 novembre) si rimanda al rapporto conclusivo stilato dagli ideatori del progetto, Ralf Kilian e Albrecht Matthaei. I risultati sono stati anche presentati in diverse sedi internazionali nel corso del 2015, cf. <http://www.pompeii-sustainable-preservation-project.org/> per una lista degli eventi e presentazioni.

6. La cattedra di restauro, tecniche artistiche e scienza della conservazione del Prof. Emmerling presso la TU di Monaco di Baviera ha dettagliato allo studio un prototipo di copertura protettiva (progetto Dr. Fonti) i cui dettagli saranno disponibili dopo l'installazione e sperimentazione nell'area sepolcrale di Via Nucerina.

B.1. I lavori condotti dall'IBAM-CNR

L'apporto della tecnologia nella valutazione, conservazione, divulgazione dei contesti archeologici. Il contributo dell'Istituto per i Beni archeologici e Monumentali del CNR nell'ambito del Pompeii Sustainable Preservation Project. (Campagne 2014-2015)

Le tecnologie moderne offrono straordinarie possibilità sia nel campo della valutazione del potenziale archeologico, tramite l'impiego di strumentazioni capaci di registrare anomalie di natura geofisica interpretabili da parte dello studioso, quanto di ricreare in tre dimensioni modelli virtuali della realtà esistente, che possano essere impiegati, in virtù della precisione raggiunta, come strumenti di ricerca, di supporto decisionale, oltre che di divulgazione alla comunità.

E' con il sostegno di tale convinzione che l'Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali del Consiglio Nazionale delle Ricerche ha preso parte, fin dall'inizio, alle attività del Pompeii Sustainable Preservation Project con due distinti gruppi di ricerca: il Laboratorio di Geofisica per l'Archeologia e il Patrimonio culturale, della sede di Lecce, e il Laboratorio di Archeologia Immersiva e Multimedia (LAIM), della sede di Catania. Il Laboratorio di Geofisica ha condotto delle indagini non invasive, tramite georadar e geoelettrica, che hanno portato all'acquisizione di importanti informazioni relative alla presenza di strutture ancora sepolte e alla conformazione geomorfologica del sottosuolo, utili ai fini della conoscenza dell'esatto stato di conservazione delle strutture di fondazione degli edifici funerari presenti nell'area. Il LAIM, sotto la direzione scientifica dello scrivente, grazie ad un team multidisciplinare, composto da archeologi, topografi, informatici, fotografi, esperti in computer grafica e modellazione 3D, e tramite l'impiego di strumentazioni e metodologie all'avanguardia, ha realizzato un modello digitale della necropoli di Porta Nocera e dell'annessa via Nucerina, il cui scopo è la riproduzione fedele, all'interno di uno spazio tridimensionale, dell'intera area indagata, dove ogni elemento, dal contesto ambientale a quello archeologico-monumentale, fosse rappresentato con una precisa resa dei volumi e un altissimo livello di definizione di piani e superfici.

Il modello digitale realizzato dal LAIM, pur avendo notevoli ricadute in termini di fruizione e valorizzazione, si pone in una prospettiva nettamente differente da quanto finora realizzato in simili esperienze di riproduzione grafica 3D di monumenti o di contesti archeologici. Esso infatti non mira alla sola "reintegrazione" e alla "ricostruzione" digitale dello stato originario di un monumento e del suo contesto, ma anche alla riproduzione realistica e scientifica dello stato presente, senza limiti di scala o di dettaglio. Il modello digitale della necropoli di Porta Nocera intende in tal modo porsi come un innovativo strumento di studio e documentazione a disposizione di tutti i gruppi di ricerca impegnati nel Pompeii Sustainable Preservation Project. (Daniele Malfitana)

B.1.1. Le indagini geofisiche

L'Area della Necropoli di Porta Nocera e di via Nucerina è stata oggetto di una campagna d'indagini non invasive allo scopo di mettere in evidenza la presenza di strutture archeologiche ancora sepolte e di acquisire informazioni sullo stato di conservazione e sulle cause di degrado dei monumenti funerari riportati alla luce durante le campagne di scavo del secolo scorso. Le indagini sono state condotte impiegando due differenti approcci metodologici: il georadar (Ground Penetrating Radar - GPR) e la tomografia della resistività elettrica (Electrical Resistivity Tomography - ERT) sia passiva, che attiva.

Le indagini si sono concentrate su tre differenti aree: Area 1, sul lato esterno e immediatamente a ridosso



Fig. 1. Pompeii. Necropoli di Porta Nocera. In evidenza le aree oggetto d'indagine non invasiva.

del muro di fortificazione sud-orientale della città; Area 2, zona extraurbana sud-orientale, estesa dall'area precedente fino a comprendere il settore sepolcrale di via Nucarina; Area 3, Necropoli di Porta Nocera (Fig.1). I dati acquisiti e la lettura delle anomalie registrate hanno permesso di accertare l'esistenza, determinandone l'esatta ubicazione, di strutture sepolte, interpretabili come tombe, muri e canali, insieme alla prosecuzione, verso est, della via extraurbana che da Porta Nocera conduceva verso Nuceria (Fig. 2). Le indagini geofisiche hanno inoltre permesso di acquisire preziose informazioni in merito ai fenomeni di degrado in atto, determinati dall'azione di erosione che l'acqua meteorica esercita sia sulle strutture di fondazione tanto del muro difensivo, quanto degli edifici funerari, sia degli strati di terreno a essi sottostanti, soggetti a un lento scivolamento stimato nell'ordine di 0,1 cm l'anno. (G. Leucci, L. De Giorgi).

B.1.2. Modello digitale della necropoli di Porta Nocera

Un modello "virtuale", che si proponga di ricreare fedelmente uno spazio reale nella sua evoluzione storica e che voglia offrire un concreto supporto alla ricerca deve rendere possibile l'archiviazione delle esatte coordinate tridimensionali di ogni singolo punto, consentendo inoltre la gestione dei cambiamenti determinati dallo scorrere del tempo, non solo nelle relazioni fisiche che ogni punto reale intrattiene con quelli vicini, ma anche sul piano degli attributi e dei significati a esso associati.

I moderni strumenti di rilievo, con l'impiego di laser scanner o attraverso coperture fotogrammetriche ad alta risoluzione, permettono di ottenere nuvole di punti, da cui costruire modelli tridimensionali, base per l'applicazione di texture sempre più dettagliate. Eppure la gestione integrata, all'interno di uno spazio tridimensionale, di tutte le informazioni prodotte dalla ricerca sul campo, qualunque sia la motivazione che ne sta alla base (documentaria, archeologica o conservativa) presenta ancora notevoli limiti. Attraverso i moderni software GIS è possibile gestire e georeferenziare con precisione, su una superficie bidimensionale, dati geospaziali che contengono anche informazioni sulla terza dimensione, per la cui rappresentazione si deve però fare sempre ricorso ad appositi ambienti di visualizzazione esterni. Di contro la gestione di modelli 3D che, per fini scientifici, richiedono grande precisione nella resa dimensionale e alta definizione delle texture grafiche, è attualmente possibile all'interno di appositi software di elaborazione e visualizzazione tridimensionale, ma difficilmente integrabile, con risultati soddisfacenti, all'interno di un GIS in vista della gestione e del processamento delle informazioni associate. I tentativi in atto sono molteplici, ma si è ancora ben lontani da un risultato ampiamente condiviso.

In questo specifico settore, in rapida evoluzione, si pone il contributo del Laboratorio di Archeologia Immersiva e Multimedia dell'IBAM-CNR all'interno del Pompeii Sustainable Preservation Project. Il risultato che s'intende raggiungere è un modello digitale dell'area della Necropoli di Porta Nocera, dove lo spazio e le evidenze monumentali in esso contenute siano ricostruite nella loro esatta conformazione fisica e nei loro attributi volumetrici, mantenendo al contempo salda l'esigenza di un alto dettaglio nella resa di piani e superfici. Quest'ultimo non dovrà esaurire le sue potenzialità nella ricostruzione virtuale di paesaggi antichi, ma dovrà invece porsi come un vero e proprio ambiente di lavoro, esplorabile dinamicamente e all'interno del quale sia possibile archiviare, gestire e analizzare, sulla base dei relativi attributi geospaziali, informazioni

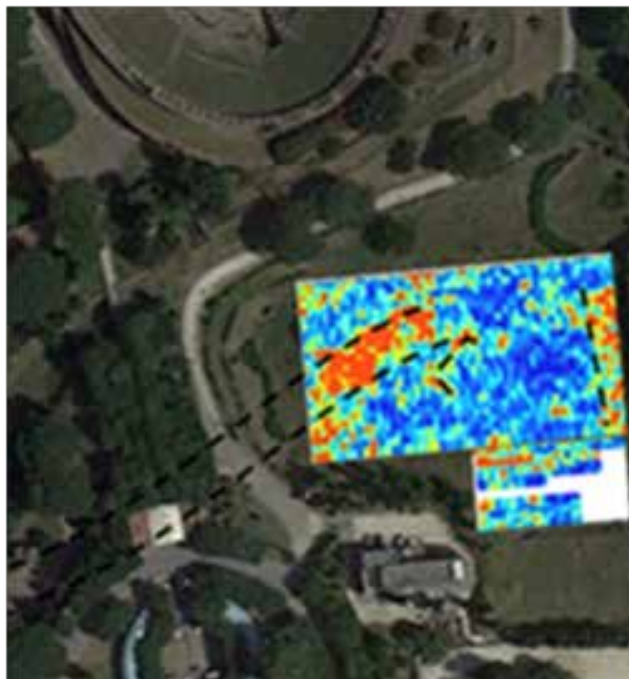


Fig. 2. Pompeii. Necropoli di Via Nucarina. Profilo georadar da cui è visibile la prosecuzione della strada extraurbana diretta all'antica Nucera.

differenti, il cui valore in termini di conoscenza è strettamente legato agli specifici utilizzi (ricerca, restauro, tutela, valorizzazione). (Antonino Mazzaglia)

Metodologie

Gli specifici obiettivi del modello digitale della Necropoli di porta Nocera, sopra rapidamente richiamati, insieme alle peculiarità dell'oggetto d'indagine hanno richiesto l'elaborazione di un'apposita metodologia, basata sull'integrazione delle informazioni derivate da differenti tecniche di rilievo.

Rilievo Topografico

L'esigenza di porre il modello digitale della necropoli di Porta Nocera e di via Nucarina in relazione sia con il sistema di riferimento locale, condiviso all'interno dell'area archeologica di Pompei, sia con un sistema assoluto basato su coordinate geospaziali, hanno imposto la creazione di una rete di capisaldi, le cui coordinate assolute sono rilevate con estrema precisione che unisse i due settori della necropoli sia fra di loro, sia con la rete topografica già esistente all'interno dell'area archeologica. La rete topografica così ottenuta ha costituito la base di riferimento per collocare, a partire dalla registrazione dell'esatta dimensione spaziale di un oggetto reale, la sua copia digitale riprodotta all'interno del modello, sia essa derivata da una serie di nuvole di punti o ottenuta da mesh attraverso un processo di restituzione tridimensionale basato su tecniche di structure from motion. (Salvatore Russo)



Fig. 3. Pompei. Necropoli di Porta Nocera. Modello Digitale del Terreno (DEM).



Fig. 4. Pompei. Necropoli di Porta Nocera. Ortofoto sovrapposta al modello digitale del terreno.

Rilievo ortofotogrammetrico da drone

L'alto dettaglio richiesto al modello digitale dell'intera area della Necropoli di Porta Nocera, ha reso necessaria la realizzazione di un'ortofoto aerea ottenuta con un volo a bassa quota, che fosse al contempo capace di configurarsi come una base di collegamento per tutte le evidenze monumentali presenti nell'area. Tale risultato non poteva essere raggiunto tramite foto aeree ad alta quota o satellitari.

Si è pertanto proceduto alla realizzazione di un'apposita campagna di rilevamento aerofotogrammetrico tramite un APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto). Le riprese fotografiche ottenute durante la sessione di volo, la campionatura al suolo di diversi Ground Control Points attraverso coordinate GPS associati a target ben visibili nelle riprese fotografiche e connesse alla poligonale topografica di riferimento e infine l'integrazione delle nuvole di punti ottenute dai rilievi laser scanner, hanno consentito la realizzazione di: un'ortofoto della necropoli di Porta Nocera, con una risoluzione a terra di circa 4 cm per pixel, georeferenziata con un altissimo livello di precisione; un DEM (Digital Elevation Model) dell'area oggetto di studio, di pari dettaglio, che oltre a una ricostruzione puntuale della geomorfologia dell'area, essenziale per una resa realistica del modello digitale, si rivela un utilissimo strumento per tutte le operazioni, in cui diventa cruciale l'esatta definizione delle condizioni di pendenza del terreno (Figg.3-4). (Samuele Barone)

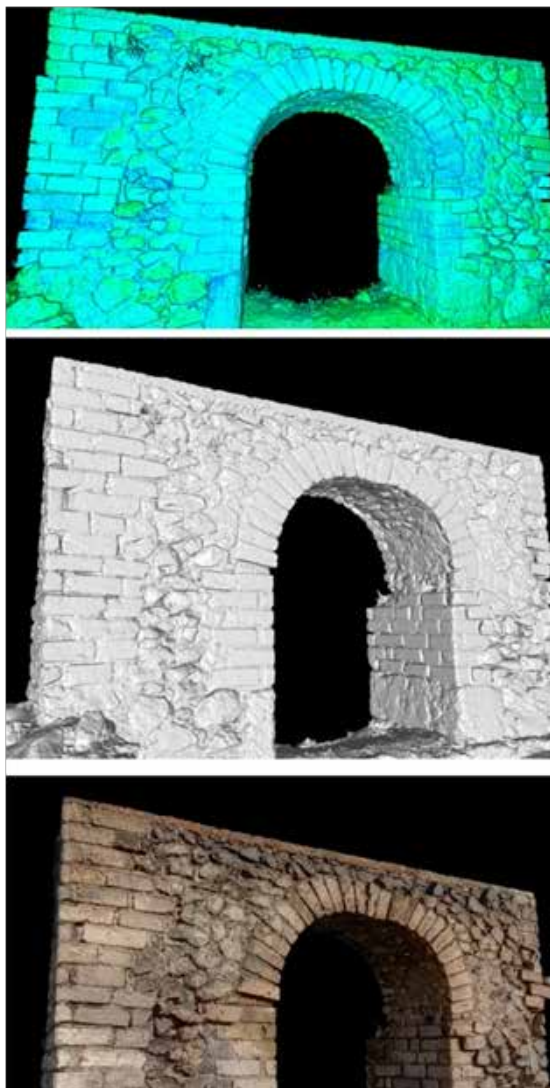


Fig. 5. Pompeii. Necropoli di Via Nucerina. Tomba Gb, sud. In alto Point Clouds (intensity Maps); al centro, mesh ottenuta per elaborazione della Point Clouds precedente; in basso Modello 3D texturizzato.

L'intera area della necropoli di Porta Nocera e di via Nucerina è stata sottoposta ad una campagna di rilievo che ha fatto uso di una metodologia integrata basata su scansioni laser scanner e riprese fotografiche equirettangolari, accomunate dalla condivisione dello stesso punto di presa. Le scansioni laser scanner hanno permesso di ottenere nuvole di punti dell'intera area interessata, con una maglia non inferiore a 5 x 5 mm e una precisione di ± 2 mm su ciascun punto rilevato, che hanno costituito la base per la realizzazione di mesh di alta qualità a partire dalle nuvole di punti ottenute. Su queste sono state sovrapposte le texture ad alta definizione acquisite tramite riprese equirettangolari e fotogrammetriche. L'impiego di questa metodologia di rilievo ha prodotto risultati soddisfacenti nelle differenti scale a cui è stata applicata, che vanno dalla macroarea del contesto ambientale alla microarea del singolo monumento funerario. (Fig.5) (Danilo P. Pavone, Salvatore Russo).

Rilievo ortofotogrammetrico a terra

L'esecuzione di riprese fotografiche da terra, realizzate integrando sia foto dall'alto, ottenute con l'impiego di un'asta telescopica, sia rilievi ortofotogrammetrici di piani e superfici interni ed esterni ai singoli monumenti funerari, sia macrofotografie di elementi di dettaglio, si è rivelata particolarmente utile in quanto ha permesso di realizzare modelli tridimensionali da dataset fotografici di monumenti o oggetti che per le ridotte dimensioni, come ad esempio le singole "columelle" all'interno dei recinti funerari, o le particolari problematiche derivate dal contesto di ripresa, non era possibile ottenere dai rilievi laser scanner (Fig. 6).

La realizzazione di foto equirettangolari, con una risoluzione di 5000 x 2500 pixels, per la restituzione cubica o sferica dell'immagine, si sono rivelate particolarmente

utili per la creazione di una galleria immersiva accessibile tramite il web, che rappresenta, allo stato attuale, l'ossatura di una piattaforma per la divulgazione e fruizione dei contenuti prodotti. L'obiettivo di una riproduzione dei punti di vista, delle vedute ad ampio raggio e delle panoramiche, che un ipotetico visitatore potrebbe effettuare durante una normale visita all'interno dell'area archeologica, ha richiesto la creazione di un articolato piano di ripresa fotografica, che costituisce l'ossatura della web immersive gallery. I risultati ottenuti dall'integrazione delle differenti tipologie di ripresa sopra descritte si sono rivelate del tutto soddisfacenti, sia per ciò che concerne la resa precisa del contesto ambientale in cui ogni evidenza



Fig. 6. Pompeii. Necropoli di via Nucerina. Modello 3d. Esempio di restituzione di alcune "columelle".



Fig. 7. Pompeii. Necropoli di via Nucerina. Modello 3d. Tomba E nord.

è collocata, sia per la restituzione dei volumi di ogni singolo monumento o oggetto, sia infine per l'esatta caratterizzazione delle superfici murarie nella loro tessitura e nel loro apparato decorativo, dalla cui rappresentazione fedele possono essere estrapolati informazioni cruciali ai fini della ricerca e delle successive azioni di restauro e conservazione (Fig.9). (G. Fragalà, D. P. Pavone)

Web Immersive Gallery

La Web Immersive Gallery costituisce uno strumento appositamente progettato per l'archiviazione, la gestione e la condivisione dei contenuti legati al modello digitale della

Necropoli di Porta Nocera. In prospettiva diversa rispetto ai tradizionali Virtual Tour, capaci di offrire solo un'esperienza di esplorazione visiva "fine a se stessa" la galleria immersiva si rivolge a differenti tipologie di utenti, ai quali offre un set di strumenti diversificati. La possibilità di esplorare, tramite web, l'intera area della necropoli di Porta Nocera e di via Nucerina, attraverso una successione dinamica di bolle fotografiche ad alta definizione, con la possibilità di accedere a differenti tipologie di dati, rende di fatto la galleria immersiva uno strumento versatile, utilizzabile tanto per la valorizzazione e la comunicazione al pubblico di contenuti informativi, quanto per le attività di ricerca grazie alla possibilità di collocare, su base geospaziale, qualsiasi tipologia di contenuto tecnico-scientifico.

Particolare attenzione è stata dedicata alla realizzazione di un'interfaccia grafica che permettesse in modo semplice e intuitivo la navigazione all'interno della galleria immersiva e l'accesso a contenuti informativi e multimediali. La modalità di navigazione in "real time" permette di muoversi all'interno del modello, come se si percorresse lo spazio fisico reale, in una successione di tappe legate dalla reciproca relazione spaziale. La direzione può essere indicata attraverso l'interazione con apposite frecce, che si dipartono dal punto di stazione verso i quattro angoli cardinali. Tramite l'utilizzo del mouse è invece possibile variare l'angolo di

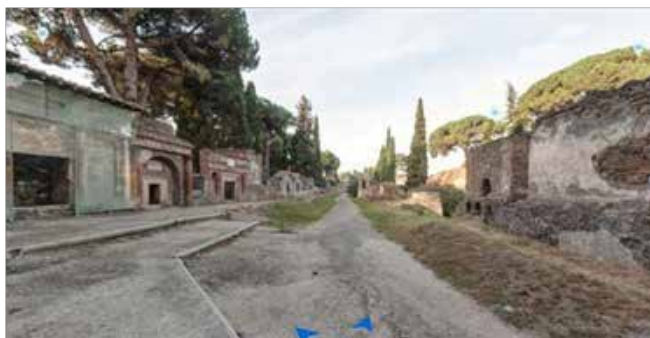


Fig. 8. Pompeii. Necropoli di Porta Nocera. Web Immersive Gallery



Fig. 9. Web Immersive Gallery. Esempio di accesso ai contenuti disponibili durante la navigazione

visuale ed esplorare a 360 gradi l'intero spazio, sia lungo il piano azimutale, che zenitale, effettuando al contempo operazioni di zoom per esplorare elementi di dettaglio o giungere a viste d'insieme (Fig.8). L'utente può accedere in ogni momento ad un menù, attraverso il quale è possibile passare a una visualizzazione fullscreen, oppure accedere a differenti modalità di esplorazione dello spazio. Una mappa dell'intera area della necropoli, permette di spostarsi, direttamente, da un luogo all'altro dell'area sepolcrale. Il punto di forza e, al contempo, la novità della Web Immersive Gallery risiede nella capacità di associare diverse tipologie di contenuti a elementi dello spazio digitale. Dal momento che differenti sono le possibilità d'interrelazione fra le evidenze monumentali, prese nel

loro complesso o nelle singole parti, e i dati a essi correlati, differenti sono anche le strategie impiegate per la loro rappresentazione all'interno dello spazio virtuale. Vi sono infatti contenuti che potrebbero essere definiti di "livello generale", e tali da riguardare nel loro complesso tanto un intero settore della necropoli, quanto un singolo monumento. Questo genere d'informazioni sono accessibili attraverso un menu contestuale, il cui contenuto varia in relazione alla posizione in cui l'utente si trova. Vi sono invece informazioni con un legame diretto nei confronti del singolo elemento spaziale, circoscrivibile attraverso un'indicazione puntuale o areale. Rientrano in quest'ultima categoria, ad esempio, i dati desumibili da uno strato di rivestimento pittorico, da un graffito o dalla particolare tecnica edilizia impiegata nella realizzazione di un muro (Fig.9).

Un documento che offra un supporto alla corretta interpretazione di un messaggio presente in un apparato decorativo o la trascrizione e traduzione del testo di un graffito, possono essere collegati in modo soddisfacente all'esatta posizione all'interno dello spazio virtuale, tramite un elemento puntuale o un qualsiasi simbolo grafico. Un livello di restauro che colmi una lacuna sulla cresta di una struttura muraria o l'impiego di un particolare materiale trovato, nell'esatta delimitazione areale che li caratterizza, il migliore canale d'espressione. In tal modo tutto il materiale documentario prodotto dai vari team di ricerca impegnati nell'ambito del Pompeii Sustainable Preservation Project può essere archiviato e reso disponibile con le medesime strategie precedentemente analizzate. Fra i contenuti gestibili all'interno della galleria immersiva, le foto storiche, ritraenti i monumenti al momento della scoperta o dopo una delle fasi di restauro che le hanno interessate, rivestono un grande valore documentario e una risorsa di sicura suggestione, specie se posti in relazione con lo stato presente. Questo naturalmente è solo un esempio delle possibili applicazioni della galleria immersiva e dei vantaggi del suo utilizzo come strumento di supporto in tutte le fasi della ricerca, compresa la possibilità di effettuare simulazioni, calcolando in anticipo gli effetti che successive azioni di restauro potrebbero determinare, com'è ad esempio accaduto con alcuni prototipi di copertura, che ricreati virtualmente e contestualizzati all'interno del modello hanno permesso di determinare e correggere già in fase di progettazione alcuni effetti del loro impatto sul contesto ambientale.⁷ (D. P. Pavone, A. Mazzaglia)

B.2. Conservazione e Formazione

Nel corso della campagna 2015, i momenti della conservazione e della formazione sono stati strettamente legati. È proprio nel quadro della campagna di restauri 2015 che i giovani partecipanti della Summer Academy hanno avuto l'opportunità di operare in situ guidati dagli esperti del PSPP. Sotto la direzione scientifica del Professor E. Emmerling, titolare della cattedra di Restauro, Tecniche Artistiche e Scienza della Conservazione presso la TU di Monaco di Baviera, numerosi esperti si sono alternati alla guida dei partecipanti alla Summer School - in particolare i restauratori Kl. Klarner, J. Pursche, M. Martelli Castaldi e l'archeologa P. Kastenmeier.

Oltre al lavoro sul cantiere, i partecipanti alla Summer Academy hanno frequentato lezioni frontali su temi di restauro ed archeologia vesuviana, partecipato a visite guidate ad altri siti dell'area del Golfo di Napoli, contribuito ai workshop in apertura e conclusione della campagna.

Il lavoro in situ si è aperto con una ricognizione da parte dei partecipanti, diretta a determinare lo stato di conservazione della necropoli. I risultati sono stati posti a confronto con quelli del survey 2014 che, tuttavia, sono stati resi noti agli studenti solo al termine del sopralluogo preliminare da loro condotto, in un esercizio finalizzato allo sviluppo delle capacità di valutazione autonoma sia delle condizioni delle strutture e delle superfici, che della relazione fra queste ed il contesto complessivo del sito. Questa prima ricognizione era necessaria per confermare o aggiornare le informazioni raccolte durante la campagna 2014, per aggiungere, laddove necessario, una relazione su eventuali ed ulteriori danni occorsi nel corso dell'anno ed individuare, quindi, i punti ove fosse necessario intervenire con assoluta urgenza. Lo strumento chiave utilizzato nel survey è stato la mappatura aerea del sito attraverso due tipi di classificazioni. Questa operazione ha dato luogo ad una mappa generale del degrado nel sito, nonché a numerose mappe individuali, basate sulla planimetria dei singoli monumenti funerarie, che hanno messo in contesto i danni con le cause legate alla conformazione o fruizione del sito stesso e delle aree circostanti e portato alla definizione delle priorità di intervento. Il risultato finale ha confermato l'alta affidabilità della ricognizione compiuta nel 2014. Sebbene lo stato di conservazione dei monumenti non abbia subito un significativo deterioramento nel corso dell'anno, in rari casi si sono rilevati

⁷. Sulle coperture protettive cf. infra il progetto della TUM.

nuovi e seri rischi di degrado per i monumenti.⁸

La ricognizione ha inoltre confermato le cause dei danni che erano già state individuate nell'anno precedente: infiltrazioni d'acqua, agenti atmosferici, danni biogeni, turismo di massa, necessità di ulteriore manutenzione. In tutto sono state individuate 29 tombe bisognose di interventi di emergenza, tra le quali si è posta la necessità di operare un'ulteriore selezione attraverso criteri ancora più restrittivi. I criteri individuati sono:

- i rischi per la sicurezza dei visitatori
- i rischi per la sicurezza delle superfici
- la presenza di elementi decorativi
- lo stato di conservazione degli intonaci / stucchi / i dipinti murali
- lo stato di conservazione della muratura
- la valutazione della vulnerabilità statica
- la stima economica dei costi d'intervento
- la tipologia di opere provvisorie e di puntellatura da approntare
- la presenza di vetri di protezione
- l'importanza archeologica / storica / artistica del monumento

Sempre sulla base di questi criteri sono state poi stilate due ulteriori liste ad includere, rispettivamente, i monumenti bisognosi d'interventi multipli (19 monumenti) e quelli in cui, invece, dovessero essere effettuati interventi urgenti, ma semplici e circoscritti (10 monumenti). Da ultimo, sono prevalse considerazioni pratiche e logistiche che hanno orientato la scelta d'iniziare gli interventi di emergenza sulle tombe PN_EN_4, 6, 10, 12 e 14. Queste, oltre ad essere accessibili, si segnalavano per aver subito il deterioramento più consistente nel corso dell'ultimo anno, con cospicue cadute di stucco.⁹

Infine, nel corso della campagna, i giovani conservatori impegnati nel progetto formativo del PSCP hanno selezionato per il restauro due ulteriori tombe, VN_N_A e VN_N_F che si trovano nella necropoli di Via Nucerna, interessate dalle recenti attività di ricerca del Professor Van Andringa. L'analisi dello stato di conservazione dei monumenti, uno studio della genesi dei danni e un piano di restauro sono stati approntati da Monica Martelli-Castaldi che ha guidato, insieme a Klaus Klarner e a Jürgen Pursche, il lavoro degli studenti della Summer Academy. Klaus Klarner ha anche introdotto una significativa novità a Pompei: l'uso di un materiale, una schiuma di malta, da lui ideato e messo a punto nel corso di un restauro di soffitti barocchi in Baviera.¹⁰ Questo materiale si è rivelato estremamente leggero e, quindi, ideale per sanare anche fratture, distacchi e perdite di intonaco molto ampie. Dopo lo svolgimento di numerosi test in loco, il materiale è stato utilizzato a Pompei con l'approvazione della Soprintendenza. I prossimi anni saranno cruciali per comprendere l'efficacia di questo materiale in interventi di conservazione su strutture antiche. Nella sua prima fase di prima applicazione, ha dato comunque già eccellenti risultati.

Gli interventi di emergenza e di prima conservazione sono stati condotti sulla base di una lunga esperienza precedente di Monica Martelli-Castaldi come consulente capo dell' Herculaneum Conservation Project. I criteri, materiali e le metodologie di applicazione utilizzati nelle campagne di conservazione 2003-2009 ad Ercolano sono stati discussi a lungo con i partecipanti all'Academy e con gli altri consulenti PSCP ed adattati alle specifiche esigenze di Porta Nocera.

8. Si veda ad esempio la tomba PN_EN_28: nel 2014 si registrava una pericolosa frattura nella muratura che, nell'arco di un anno, si è estesa ed approfondita.

9. In particolare le tombe PN_EN_6, PN_EN_14.

10. Su questo materiale e le sue applicazioni si vedano i contributi di Kl. Klarner, B. Schick, Schaummörtel, "Ein Weg zur Stabilisierung großvolumiger Ablösungen von Wandmalereien," in: Putzsicherung, Arbeitshefte des Bayer. Landesamtes f. Denkmalpflege, Band 79, München 1996, pp. 65-76, e K. Klarner, "Schaummörtel für die Stabilisierung von abgelösten Wandmalereien – Weiterentwicklung eines Gerätes zur Herstellung von Luftporenschaum für den Einsatz in der Wandmalerei," in: Denkmalpflege Informationen, Bayer. Landesamt f. Denkmalpf., Ausgabe A 92, Jan. 2005, pp. 26-27..

C. LE PROSPETTIVE DEL PSPP

Come i lavori della campagna 2015 hanno evidenziato, il PSPP coniuga tre aspetti fondamentali: la conservazione sostenibile, la formazione e la ricerca.

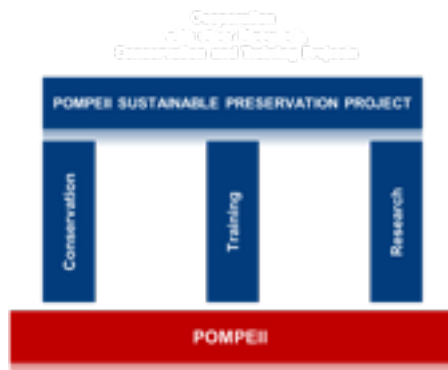


Fig. 10. il Pompeii Sustainable Preservation Project: rappresentazione grafica dei principi del progetto.

Il progetto, che fin dal suo inizio è stato ospitato nelle sedi e incluso nei piani di ricerca scientifica dal Fraunhofer Institut IBP, oltre ad essere stato attivamente supportato dalla Soprintendenza di Pompei, conta sulla partecipazione e collaborazione delle due principali università di Monaco di Baviera (TUM, LMU), oltre che di altre prestigiose istituzioni in Italia (Università di Pisa, CNR-IBAM), e in Paesi terzi (ICCRUM, Oxford). Questi partner appoggiano il PSPP nelle sue azioni di reperimento di fondi, di ricerca e di studio dalla sua nascita fino ad oggi.

Il progetto intende coordinare ed armonizzare le attività di conservazione, formazione e ricerca in uno specifico intervento che, sviluppando nuovi metodi di cura del patrimonio di Pompei, consenta di raggiungere risultati esemplari, applicabili cioè anche in altri siti. A tale scopo, il PSPP ha svolto fin dagli esordi un'azione di coinvolgimento del settore privato, nella ricerca di nuovi modelli di finanziamento. Nel suo recente contributo al dibattito sul coinvolgimento del privato nella tutela del patrimonio mondiale, F. Starr ha analizzato alcune esperienze di successo, ma ha anche notato come il concetto di turismo sostenibile assuma rilievo sempre crescente nel dibattito. Un sito come Pompei riceve annualmente

ca 3.000.000 visitatori. Questo numero, probabilmente destinato a salire, da un lato rivela l'interesse del pubblico per il sito, dall'altro impone un'instancabile azione di valutazione da parte degli addetti ai lavori, al fine di assicurare la massima protezione alle strutture antiche.

Un momento molto importante per la definizione degli obiettivi e dell'identità del progetto è stato l'incontro tenutosi a Monaco di Baviera il 18.02.2016 sul tema "Pompeii – Difesa e conservazione del patrimonio culturale mondiale" al quale sono intervenuti il Soprintendente, Prof. M. Osanna, il Prof. A. Wallace-Hadrill, a lungo impegnato nell'HCP ad Ercolano e il direttore dell'ICCRUM Prof. S. De Caro . All'incontro ha fatto seguito un rinnovo dell'accordo con la Soprintendenza di Pompei.

Nel corso dei prossimi anni, il PSPP intende proseguire gli interventi finora progettati ed intrapresi: 1) la messa a punto di un modello tridimensionale a cura dell'IBAM-CNR, 2) l'opera di restauro e conservazione mirati, sulla base delle necessità del sito, 3) la realizzazione di coperture protettive, 4) la formazione di giovani conservatori, 5) la comunicazione ai colleghi e al pubblico delle sfide legate alla conservazione sostenibile del patrimonio culturale.

Relativamente a tutti questi obiettivi, il PSPP si pone come una piattaforma aperta al dibattito non solo tra i partner, ma anche con altri enti, unità di ricerca, progetti e ricercatori interessati a temi analoghi.

Acknowledgments

Our thanks go to the Soprintendenza di Pompei for all the help and the fruitful collaboration. A special 'thank you' goes to Prof. Dr. Massimo Osanna, Dr Grete Stefani and Dr Annalisa Capurso. We would also like to thank all PSPP partners PSPP who make this project possible and have contributed to this article

Pompeii Sustainable Preservation Project (PSPP)

url: www.pompeii-sustainable-preservation-project.org

PSPP Project

The Pompeii Sustainable Preservation Project (PSPP) is a joint initiative of leading research institutions in Europe:

- *Fraunhofer-Gesellschaft*
- *Technische Universität of Munich*
- *Soprintendenza Speciale Pompei*
- *International Center for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM)*
- *Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IBAM-CNR)*
- *School of Geography and the Environment at the University of Oxford*
- *Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro del Ministero per i Beni e le Attività Culturali (ISCR)*
- *Department for Ancient History of the Ludwig-Maximilians-Universität Munich*
- *German Archaeological Institute in Rome*
- *Università di Pisa*

Our team is organized as a German research initiative and is located at the Fraunhofer Institute for Building Physics. It therefore benefits from the long experience of the Fraunhofer in administering international collaborations. The scientific direction of the PSPP is managed by an international committee of experts from the participating institutions and their supporters. The executive board is constituted by:

- *Prof. Dr. Massimo Osanna (Director General, Soprintendenza Pompei)*
- *Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer (Fraunhofer-Institut für Bauphysik)*
- *Prof. Dr. Erwin Emmerling (Lehrstuhl für Restaurierung, Technische Universität München)*
- *Prof. Dr. Stefano De Caro (Director General, ICCROM)*

Bibliography

- Van Andringa W., 2007, "I riti e la morte a Pompei: nuove ricerche archeologiche nella necropoli di Porta Nocera", in <http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2007-93.pdf>
- Van Andringa W., 2015, "Scavo nella necropoli romana di Porta Nocera a Pompei: il settore 26OS", in <http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2015-336.pdf>
- Van Andringa W., Duday H., Lepetz S. et al., 2013, Mourir à Pompéi : fouille d'un quartier funéraire de la nécropole romaine de Porta Nocera, 2 vol., Collection de l'École française, Rome.
- Castiglione M., Diiunxit Pompeianos a colonis. Dinamiche sociali e scelte monumentali nella necropoli di Porta di Nocera a Pompei, Scuola Normale Superiore (Pisa), Tutor: Prof. Paul Zanker.
- D'Ambrosio A. e de Caro S., 1984, Un impegno per Pompei: Fotopiano e documentazione della Necropoli di Porta Nocera, Milano
- D'Ambrosio A. e de Caro S., 1987, "La Necropoli di Porta Nocera. Campagna di Scavo 1983", in P. Zanker e H. von Hesberg (a cura di), Römische Gräberstrassen: Selbstdarstellung, Status, Standard: Kolloquium in München vom 28. bis 30. Oktober 1985, Monaco di Baviera, pp. 199-228.
- Klarner Kl. e Schick B., Schaummörtel, 1996, "Ein Weg zur Stabilisierung großvolumiger Ablösungen von Wandmalereien", in: Putzsicherung, Arbeitshefte des Bayer. Landesamtes f. Denkmalpflege, Band 79, Monaco di Baviera, pp. 65-76,
- Klarner Kl., 2005, "Schaummörtel für die Stabilisierung von abgelösten Wandmalereien – Weiterentwicklung eines Gerätes zur Herstellung von Luftporenschaum für den Einsatz in der Wandmalerei," in: Denkmalpflege Informationen, Bayer. Landesamt f. Denkmalpfl., Ausgabe A 92, pp. 26-27
- Starr F. 2013, Corporate Responsibility for Cultural Heritage. Conservation, Sustainable Development, and Corporate Reputation, Londra.