

Rassegna archeologica

Annali
della Scuola Normale
Superiore di Pisa
Classe di Lettere e Filosofia

serie 5
2016, 8/2
supplemento



EDIZIONI
DELLA
NORMALE

NOTIZIE
DEGLI
SCAVI DI ANTICHITÀ

COMUNICATE
DALLA
SCUOLA NORMALE SUPERIORE
DI PISA

Rassegna archeologica
del Laboratorio di Scienze dell'Antichità



Laboratorio di Storia Archeologia
Epigrafia Tradizione dell'antico

Supplemento agli Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa
Classe di Lettere e Filosofia
serie 5
2016, 8/2

Scavi e ricerche a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2014-15), Entella (Contessa Entellina, PA) e Kaulonia (Monasterace, RC; 2014). Applicazioni di Digital- and Cyber-Archaeology

cura redazionale: Chiara Michelini

Prefazione ANDREA GIARDINA	VII
Premessa CARMINE AMPOLO	XI
<i>Segesta</i>	
Scavi nell'area dell' <i>agora</i> (2014-15): risultati e prospettive di ricerca CARMINE AMPOLO, MARIA CECILIA PARRA	3
<i>Agora. Stoa Nord. Settore centrale</i> (SAS 4; 2014-15) RICCARDO OLIVITO, ALFONSA SERRA	9
<i>Agora. Stoa Nord. Settore NordEst</i> (SAS 4; 2014-15) ORIANA SILIA CANNISTRACI	17
<i>Agora. Stoa Nord. Ala Est</i> (SAS 4; 2014) NICOLA GIACCONE, ALFONSA SERRA	24
<i>Agora. Stoa Nord. Ala Est. Ambiente alpha</i> (SAS 4; 2015) MARIANNA PERNA	30
La necropoli ellenistica <i>extra moenia</i> e il muro urbico tardoarcaico (area 15000, SAS 15 e area 18000, SAS 18). Rapporto preliminare ROSSELLA GIGLIO CERNIGLIA	37

Entella

Iscrizione sepolcrale greca: una revisione
CARMINE AMPOLO 55

Manufatti in pietra tenera di epoca medievale.
Primi risultati da un approccio multidisciplinare
A. CORRETTI, M. GASPARO MORTICELLI, J.J. ŁUCEJKO,
C.F. MANGIARACINA, G. MONTANA, E. RIBECHINI,
M.P. COLOMBINI 58

Kaulonia

Scavi nel santuario di Punta Stilo (2014):
risultati e progetti di ricerca
MARIA CECILIA PARRA 81

Area a Sud del tempio dorico (SAS 1 SudOvest; 2014)
NICOLA GIACCONE 86

Area a NordEst della vasca rituale (SAS 3; 2014)
RICCARDO OLIVITO 90

Tecniche e metodi di Digital- e Cyber-Archaeology negli scavi del Laboratorio

Tecniche fotogrammetriche e applicazioni di Digital-,
Virtual- e Cyber-Archaeology: le Digital Technologies
e gli scavi del Laboratorio LSA/SAET
RICCARDO OLIVITO, EMANUELE TACCOLA 97

Rilevamento aerofotogrammetrico da UAV
e restituzione 3D dell'edificio fortificato medievale di Entella
CESARE CASSANELLI, ALESSANDRO CORRETTI,
EMANUELE TACCOLA 104

Abbreviazioni bibliografiche 109

ILLUSTRAZIONI 121

Prefazione

Andrea Giardina

Nel 2015 Carmine Ampolo ha lasciato la carica di direttore del Laboratorio di Scienze dell'Antichità (LSA), in coincidenza con la cessazione dal servizio attivo presso la Scuola Normale Superiore. In circa quindici anni di attività il Laboratorio ha svolto, sotto la sua guida, indagini storiche e archeologiche in Sicilia e in Magna Grecia, e particolarmente a Segesta, Entella, Kaulonia (quest'ultima in collaborazione con l'Università di Pisa). Questo fascicolo delle *Notizie degli scavi di Antichità* raccoglie contributi relativi a scavi e ricerche svoltisi tra il 2014 e il 2015. Si aggiunge una sezione riguardante applicazioni di Digital and Cyber-Archaeology. Ancora una volta sarà possibile, agli studiosi e agli studenti, compiere una sorta di visita al Laboratorio nelle sue dislocazioni sugli scenari delle indagini, rivedere mentalmente e attraverso le immagini siti e paesaggi, misurare, tramite l'esposizione critica e aggiornata degli ultimi risultati, i progressi delle conoscenze, la cura del patrimonio e dell'ambiente, la felice armonia tra un *outillage* tradizionale, sempre indispensabile, e alcune evolute applicazioni tecnologiche. Il numero delle persone coinvolte, la varietà generazionale, la ricchezza delle competenze, confermano le capacità di attrazione e di coinvolgimento del direttore e dei suoi più stretti collaboratori, insieme con la consapevolezza comune di partecipare a imprese di alto profilo scientifico. Sempre in campo storico-archeologico, il LSA si è imposto anche per una vasta attività nell'organizzazione di seminari e di convegni e per molteplici iniziative connesse con l'insegnamento rivolto agli allievi ordinari e ai perfezionandi. Molte di queste sono state dirette al mondo della scuola.

I laboratori della Scuola Normale sono 'strutture', nel senso che dispongono di personale e di locali e sono soggetti ai regolamenti della Scuola. Al tempo stesso la loro esistenza è legata a progetti pluriennali, rinnovabili finché le loro attività appaiono corrispondenti ai progetti e

assicurano gli alti standard loro richiesti. In mancanza di simili requisiti o della disponibilità di un docente in grado di presentare un progetto e di dirigere il laboratorio, il laboratorio stesso, com'è accaduto non di rado, cessa le proprie attività.

Per non disperdere la preziosa esperienza del LSA, che ha recato onore all'antichistica italiana, ho accettato l'invito, rivoltomi dall'allora direttore della Scuola Normale Fabio Beltram, dal Collegio Accademico e dallo stesso Carmine Ampolo (al quale mi lega una forte amicizia risalente al periodo in cui entrambi eravamo studenti alla Sapienza), di presentare all'esame degli organi della Scuola e di illustri valutatori esterni il progetto di un nuovo Laboratorio denominato *Storia Archeologia Epigrafia Tradizione dell'Antico* (SAET), riguardante gli anni 2016-2019. Nell'elaborazione del programma mi sono giovato delle competenze e delle esperienze di molti, e in particolare di Carmine Ampolo, Maria Cecilia Parra, Alessandro Corretti, Anna Magnetto, Gianfranco Adornato. Il progetto è stato approvato e il nuovo laboratorio ha avviato le proprie attività nel 2016 (per le sue caratteristiche, si può consultare il sito web: <http://saet.sns.it>). Esso si avvale di un Comitato scientifico del quale fanno parte Gianfranco Adornato, Carmine Ampolo, Mario Citroni, Alessandro Corretti, Anna Magnetto, Glenn Most, Maria Cecilia Parra, Gianpiero Rosati, Anna Santoni.

In quanto direttore del nuovo Laboratorio è mio compito sostenere gli studi e le ricerche, la documentazione sul campo e le pubblicazioni riguardanti in primo luogo Segesta, senza trascurare Entella e Kaulonia.

In campo archeologico, il nuovo laboratorio SAET ha aggiunto tuttavia altri interessi, con l'intento di coniugare e far dialogare tematiche storico-artistiche con la documentazione archeologica, due ambiti della medesima disciplina che negli ultimi decenni sembrano troppo spesso viaggiare su binari paralleli. Da questa necessità e dalla sua ricaduta sulla ricerca e sulla didattica, il progetto *Oltre Plinio*, per esempio, vuole soffermarsi sulla peculiarità e sull'importanza dei 'libri d'arte' di Plinio il Vecchio, soprattutto per la costruzione presso gli antichi e i moderni di una storia dell'arte e degli artisti. Altro aspetto dell'indagine prevede la mappatura e la contestualizzazione delle opere d'arte greca a Roma e in contesti romani, ora grazie alle fonti letterarie ora grazie alla schedatura di materiale archeologico, principalmente sculture originali greche. Quanto alle ricerche scientifiche e alle indagini sul campo, il SAET ha scelto l'area archeologica di Locri Epizefiri come palestra metodologica per gli studenti della Scuola e per i suoi collaboratori, avva-

lendosi per la prima volta delle competenze e delle più avanzate tecnologie dell'IBAM-CNR, in fattiva collaborazione con la Soprintendenza Archeologica della Calabria, il Polo Museale della Calabria e il Museo e Parco Archeologico di Locri e Kaulon: i risultati della prima campagna di studi (luglio e ottobre 2016) saranno a breve pubblicati.

Come già nel precedente laboratorio, l'archeologia dialoga con le altre discipline in tutte le numerose articolazioni del nuovo 'progetto', che comprende studi di storia, epigrafia, topografia, tradizione dell'antico, in un arco cronologico esteso dal Mediterraneo arcaico alla tarda antichità. L'articolazione del SAET prevede quattro aree tematiche: «Studi storici ed epigrafici», «Studi archeologici e storico-artistici», «Tradizione dell'antico», «Tecnologie informatiche». A questi aspetti si affianca una significativa attività di promozione e divulgazione scientifica, grazie a una ricca serie di incontri, seminari e giornate di studio rivolti sia alla comunità scientifica sia alla cittadinanza.

La comunità degli studiosi potrà valutare se si raggiungerà quell'equilibrio tra rispetto di un'importante tradizione e prospettive nuove che qualifica non solo gli antichisti della Scuola Normale Superiore ma il carattere stesso dell'Istituzione cui essi appartengono.

Premessa

Carmine Ampolo

Si presenta qui il decimo fascicolo delle *Notizie degli scavi di Antichità* della Scuola Normale Superiore, il sesto che appare nella nuova veste editoriale, come supplemento agli *Annali*. Questa *Rassegna Archeologica* è nata nel 2001 per rispondere alla finalità di rendere noti alla comunità scientifica in tempi brevi e in forma preliminare i risultati delle ricerche del Laboratorio di Scienze dell'Antichità (LSA) – nato dall'unificazione del Laboratorio di Storia, Archeologia e Topografia del Mondo Antico (LSATMA) e del Laboratorio Informatico per le Lingue Antiche (LILA) – che ho diretto dal 2001 al 2015. Nel 2016 è stata avviata, sotto la direzione del Prof. Andrea Giardina, l'attività di un nuovo Laboratorio di Storia, Archeologia, Epigrafia e Tradizione dell'Antico (SAET), che continua nella prestigiosa sede del Palazzo della Canonica, affacciato a Sud sulla piazza dei Cavalieri, con la sua facciata attribuita da molti a Giorgio Vasari per le sue analogie con quella del Palazzo della Carovana.

Come di consueto, queste *Notizie* offrono un quadro delle attività sul terreno condotte nel 2014 e nel 2015 dal LSA in collaborazione con Soprintendenze, Parchi Archeologici e Università.

In queste attività il LSA ha impegnato non solo personale, strutturato e non, ma anche attrezzature di elevata qualità tecnica, tali da garantire gli esiti di documentazione migliori: tra queste, due velivoli U.A.V. multimotore radioguidati, cioè droni che permettono di eseguire riprese e filmati ad alta risoluzione, utilizzabili sia per una efficace e aggiornata divulgazione dei dati che per varie forme di ricerca scientifica – dall'analisi più tradizionale dei dati alla sperimentazione più avanzata. In uno dei contributi editi in questa sede (R. Olivito, E. Taccola) sono illustrate molte delle applicazioni più avanzate già sviluppate o in corso di sviluppo nel campo della Digital- e della Cyber-Archaeology applicate ai nostri contesti d'indagine, con la preziosa e ormai consolidata collaborazione di ricercatori del Laboratorio di Strategie Multidisciplinari

Applicate alla Ricerca e alla Tecnologia (SMART; già DREAMSLab, Dedicated Research Environment for Advanced Modeling and Simulations) della SNS, diretto dal Prof. Vincenzo Barone. E nell'apparato illustrativo di queste *Notizie*, come nelle precedenti, si possono vedere esempi significativi dei rilievi fotografici, che stanno alla base di molte di queste elaborazioni.

Nel 2014 la documentazione acquisita con i droni è stata utilizzata, oltre che per gli scavi di Segesta e di Kaulonia, anche per quelli di Entella, dove è stata effettuata una breve campagna di scavi nell'area del palazzo medievale costruito sulle rovine di edifici antichi. Di questo edificio è stato eseguito anche un rilievo 3D mediante fotogrammetria, verificato con strumenti topografici. È stato così possibile rilevare anche settori dello scavo di difficile accesso, nei quali è stata riscontrata la presenza di resti murari la cui documentazione con i metodi tradizionali sarebbe stata rischiosa.

I siti oggetto delle indagini del 2014 e del 2015 presentate quest'anno sono Segesta e Kaulonia. A Segesta le indagini archeologiche sono continuate nel 2016 con significativi risultati, che forniranno i contenuti delle prossime *Notizie*.

Ma anche quest'anno, come in precedenza, abbiamo dato spazio a contributi di approfondimento su temi specifici, collegati alle ricerche in corso.

Così, per quanto riguarda Entella, vecchi rinvenimenti sono stati riesaminati alla luce di nuove analisi strumentali. Così un'iscrizione sepolcrale di età tardoarcaica, della quale propongo una nuova lettura sulla base di fotografie e di un calco. Così una serie di manufatti in arenaria, analizzati con un approccio pluridisciplinare per caratterizzarne al meglio provenienza (area tra Corleone e Rocca di Entella) e funzione (uso alimentare e come bruciapfumi). Recenti rinvenimenti in contesti palermitani hanno dimostrato che si tratta di una produzione artigianale che ebbe diffusione verso la capitale emirale.

Anche la sezione dedicata a Segesta è arricchita quest'anno da un contributo che non riguarda direttamente l'area dell'*agora*, ma un contesto di grande importanza per la conoscenza della topografia urbana della città, quello in cui forse nel V sec. a.C. fu costruito un tratto aggiuntivo della cinta muraria e dove poi, in età ellenistica, si installò un'ampia necropoli. Rossella Giglio, Direttore della Sezione per i Beni Archeologici della Soprintendenza di Trapani, lo aveva presentato in occasione di un Seminario segestano tenutosi a Pisa nel 2003.

Per Segesta (area dell'*agora*) e Kaulonia (santuario urbano di Punta Stilo) rimando ai singoli rapporti raccolti in queste *Notizie* per una illustrazione dettagliata dei risultati, limitandomi a qualche cenno alle loro linee portanti.

Ancora una volta vorrei sottolineare il significato storico che hanno assunto le indagini a Segesta: si è ulteriormente accresciuta la documentazione relativa ai vari periodi di vita dell'area centrale, dalla 'rinascita' su scala monumentale dell'*agora* in età tardoellenistica e delle sue trasformazioni di età romana, al suo abbandono nel III sec. d.C., seguito dalla rioccupazione tardo-antica e alto-medievale e poi da quella ben più estesa di età sveva.

Nel 2014 e nel 2015 gli scavi si sono svolti nei due settori della monumentale *stoa* ad *alae*, in cui l'indagine era già avviata. Il lavoro finalizzato ad una lettura sistematica, in tutte le sue forme architettoniche, del grande portico che chiudeva a Nord la piazza lastricata, è certamente progredito: ma la sua conoscenza non è ancora totale, perché la 'teatralità' e il 'gigantismo' delle sue forme e delle sue misure, che ho sottolineato più volte, impongono tempi lunghi e impegno gravoso anche in termini logistici. Per questo, sono particolarmente grato alla Ditta di Antonio Fici, che da anni coadiuva le nostre indagini sul campo con grande perizia, risolvendo quotidianamente problemi di conduzione di uno scavo, che la monumentalità delle strutture conservate rende sempre più difficoltoso.

Nuovi importanti dati si sono aggiunti, grazie alle campagne di scavo di questi due anni, per una migliore comprensione dell'*ala* Est nella sua articolazione non solo planimetrica, ma anche volumetrica e funzionale – ben diversa rispetto a quella dell'*ala* Ovest. C'è ormai un dato acquisito e di notevole importanza nella sua eccezionalità: l'*ala* si articolava su più livelli lungo il pendio scosceso e sotto il doppio ordine del portico colonnato a livello della piazza, si disponeva un corpo sostruttivo occupato da vani di servizio, comunicanti tra loro e con prospetto monumentale a Sud. Insomma: siamo certamente di fronte ad un'attestazione occidentale di un cosiddetto *market-building*, tipologia monumentale di cui l'Asia Minore ci ha conservato numerosi esempi.

Per quel che riguarda il lato Nord, il saggio condotto tra il 2014 e il 2015 ha confermato che la struttura ad archi – individuata in un settore limitrofo, ma qui assente – fu messa in opera, con funzione di sostruzione della parete rocciosa friabile, solo in corrispondenza di pericolose lacune; e che forse servì al tempo stesso a sostenere il secondo ordine

della *stoa* a metà del lato Nord, laddove si apriva un accesso al secondo ordine dalla terrazza superiore retrostante. Lo scavo ha di nuovo evidenziato che il muro di fondo del portico correva parallelo alla parete rocciosa, diviso da essa da un ambulacro di ispezione, celando gli archi alla vista di chi percorreva la navata interna.

Viene così ulteriormente confermata non solo la notevole monumentalità della grande *stoa* Nord, degna delle maggiori *stoai* regie ellenistiche, ma anche la originalità del progetto che distingueva le parti di servizio (ala Est) dal resto, adattandosi efficacemente alla morfologia del luogo con soluzioni scenografiche e funzionali al tempo stesso.

Per quanto concerne le indagini nel santuario di Punta Stilo a Kaulonia, le indagini del 2014 a Sud del tempio hanno arricchito la già ampia tipologia di apprestamenti per il culto relativi alla fase più monumentale del complesso – quella del V sec. a.C. Mentre a Nord della terrazza templare è stata impostata una nuova area di scavo, che forse getterà luce sulla fase più recente di frequentazione dell'area.

Mi preme ringraziare di cuore il Direttore della nostra Scuola e gli amici del Servizio Parco Archeologico di Segesta e delle Soprintendenze ai BB.CC.AA. di Trapani e di Palermo, insieme a quelli della Soprintendenza Archeologica della Calabria, i quali ci hanno sempre assicurato il loro supporto, anche in questo momento non facile per le amministrazioni pubbliche.

Una menzione particolare va, come sempre, al personale e ai collaboratori del Laboratorio, il cui impegno ha consentito di realizzare i progetti di ricerca sia in Sicilia e in Calabria che nella sede pisana, fino all'elaborazione e alla redazione finale di queste *Notizie*. Sono inoltre grato, per la consueta amichevole disponibilità unita ad una indubbia professionalità, alla Redazione degli Annali, nonché a tutti gli amici delle Edizioni della Normale.



1. Tecniche fotogrammetriche e applicazioni di Digital-, Virtual- e Cyber-Archaeology: le Digital Technologies e gli scavi del Laboratorio LSA/SAET

Riccardo Olivito, Emanuele Taccola

1.1. *Introduzione*

Le notazioni che seguono sono una sintesi di lavori ed articoli già presentati in veste più ampia e dettagliata in altre sedi. A questi contributi, indicati nella cronistoria, si rinvia per un approfondimento sulle singole tematiche trattate. In questa sede si intende presentare in maniera sintetica alcune applicazioni 3D, tuttora in fase di sviluppo, utilizzate nelle ricerche del Laboratorio di Scienze dell'Antichità/SAET.

A partire dal 2009 un team composto da archeologi della Scuola Normale Superiore (Laboratorio di Scienze dell'Antichità, LSA; dal 2016 Laboratorio di Storia, Archeologia, Epigrafia, Tradizione dell'Antico, SAET) e dell'Università di Pisa (Laboratorio di Disegno e Restauro del Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, LaDiRe), nonché da esperti nel campo della Virtual Reality (DreamsLab della Scuola Normale Superiore; dal 2016 Smart Multidisciplinary Approaches for Research and Technology, SMART) ha avviato un complesso ed articolato pro-

Un sentito ringraziamento va al Prof. Carmine Ampolo, già Direttore del Laboratorio di Scienze dell'Antichità, alla Prof.ssa Maria Cecilia Parra, già Docente presso il Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere dell'Università di Pisa, ed al Prof. Vincenzo Barone, Direttore dello SMART). Allo stesso modo, desideriamo ringraziare il Dott. Niccolò Albertini. Insieme a chi scrive, quest'ultimo ha collaborato in maniera attiva e fondamentale alla creazione ed allo sviluppo di molte delle applicazioni cui si farà riferimento in queste pagine. Un grazie va infine al Dott. Pietro Manti, responsabile del GIS per Segesta, per le preziose informazioni ed anticipazioni sui promettenti risultati del suo lavoro. La documentazione grafica è opera di chi scrive; si ringraziano, inoltre, Cesare Cassanelli e le dott.sse Agata Abate e Oriana Silia Cannistraci.

Nell'ambito di un lavoro comune, i parr. 1.1-1.2 sono di Riccardo Olivito, i parr. 1.3-1.4 sono di Emanuele Taccola, i parr. 1.5-1.6 di entrambi gli autori.

gramma di ricerche nel campo della Digital-, Virtual- and Cyber-Archaeology.

L'obiettivo primario di tale programma è quello di affiancare agli strumenti di indagine e ricerca più tradizionali nella pratica archeologica, un set di tools e applicazioni in grado di aumentare notevolmente la capacità di acquisizione, gestione, ed interrogazione/interpretazione dei dati derivanti dall'attività sul campo.

I contesti archeologici oggetto d'indagine da parte del Laboratorio di Scienze dell'Antichità, in collaborazione con il Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere dell'Università di Pisa, ossia l'*agora* di Segesta (TP) ed in misura per il momento minore il santuario di Punta Stilo a Kaulonia (RC), hanno così costituito un campo di applicazione di estremo interesse per lo sviluppo di tali applicazioni. Al tempo stesso, essi hanno beneficiato dell'enorme potenziale applicativo di tali strumenti, sia da un punto di vista più strettamente scientifico che da quello più genericamente divulgativo.

1.2. *Dalla ricostruzione alla simulazione*

A partire dal 2009, l'impiego di tali tecniche di computer graphics ha riguardato prevalentemente gli elementi architettonici rinvenuti durante le ricerche nell'area dell'*agora* di Segesta (fig. 65). L'obiettivo era quello di integrare i dati e le ricostruzioni grafiche già realizzate nell'ambito degli studi architettonici dedicati all'*agora* segestana¹, al fine di procedere alla creazione di un modello digitale della piazza cittadina, il più possibile fotorealistico².

In questa prima fase, le sperimentazioni erano prevalentemente ispirate ai principi della Digital-Archaeology, con ricostruzioni prevalente-

¹ Ringraziamo la dott.ssa Agata Abate e la dott.ssa Oriana Silia Cannistraci per il supporto fornitoci in tutte le fasi del lavoro e per aver fornito dati fondamentali per la ricostruzione dell'aspetto degli edifici presenti sull'*agora* segestana, in primo luogo la grande *stoa* tardoellenistica. Per una sintesi delle principali questioni legate alla ricostruzione architettonica della piazza pubblica segestana e della *stoa* vd.: ABATE, CANNISTRACI 2012 e ABATE, CANNISTRACI 2013.

² Cfr. TACCOLA 2012; ALBERTINI *et al.* 2014, pp. 300-1, e da ultimo OLIVITO, TACCOLA 2014.

mente statiche e non interattive³. A partire dalla campagna di scavo del maggio 2014 nell'*agora* di Segesta, si è avviato un ulteriore processo di avvicinamento ai principi della cosiddetta Cyber-Archaeology, con una maggiore attenzione per il concetto di simulazione piuttosto che per quello di ricostruzione⁴.

In questo senso, di grande interesse e dagli esiti più validi e interessanti è risultato l'impiego di metodi di rilievo 3D image-based basati su sensori ottici passivi (fotocamere). In particolare, la procedura definita Structure from Motion (da molti indicata anche come Multi-view Stereo Matching), più di una volta descritta nei vari contributi riservati alle applicazioni 3D dedicate agli scavi dal Laboratorio⁵, consente l'estrazione dalle immagini di una densa nuvola di punti, caratterizzati da una coordinata 3D, i quali vengono interpolati per ottenere una superficie poligonale (mesh) su cui viene infine proiettata la corrispondente texture fotorealistica (fig. 66)⁶.

Per il rilievo 3D di grandi aree è stato fondamentale l'impiego dell'APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto) in dotazione al Laboratorio (fig. 67). Anche le operazioni di rilievo aereo⁷ – note anche come telerilevamento – rappresentano una fase di lavoro ad oggi imprescindibile, consentendo di documentare in poco tempo ampie porzioni di territorio in maniera dettagliata.

Queste tecniche, introdotte inizialmente in via sperimentale già dal 2012, sono attualmente una componente fondamentale della fase di acquisizione dati dello scavo dell'*agora*, costituendo una soluzione ideale, funzionale e rapida (se confrontata con le tecniche tradizionali) per ottenere informazioni metriche precise e accurate (misure lineari, sezioni, curve di livello, volumi).

³ Sulle prerogative della cosiddetta Virtual-Archaeology vd. FORTE, SILIOTTI 1997.

⁴ Sulla Cyber-Archaeology vd. FORTE 2010. Per il concetto di 'simulazione' cfr. CLARK 2010.

⁵ Ad. es. OLIVITO, TACCOLA 2014, pp. 177-8.

⁶ RUSSO, REMONDINO 2012.

⁷ Al rilievo con APR nelle ricerche del LSA/SAET è dedicato un articolo in questa sede: cfr. *infra* CASSANELLI, CORRETTI, TACCOLA.

1.3. *Virtual environment e hand-free interaction*

Sia il modello dell'*agora* segestana e della *stoa* tardoellenistica che, più di recente, quelli delle unità stratigrafiche acquisiti durante lo scavo di un settore cruciale dell'area di scavo, sono stati infine caricati all'interno di un ambiente virtuale interattivo, visualizzabile ed utilizzabile all'interno del Cave for Automatic Virtual Environment (CAVE), dello SMART⁸. In questo ambiente virtuale, l'utente può interagire all'interno di uno spazio che riproduce fedelmente l'aspetto della piazza pubblica segestana nella sua fase di maggiore monumentalizzazione. Allo stesso tempo, egli può ripercorrere tutte le differenti fasi dello scavo, sfogliare la sequenza delle unità stratigrafiche investigate ed asportate, interrogare i metadati connessi ai singoli modelli: può, in definitiva, beneficiare di uno strumento di grande efficacia non solo per ciò che concerne la visualizzazione ma anche per quanto riguarda l'interpretazione dei dati ottenuti con l'indagine sul terreno (figg. 68-9).

Tale forma di interazione, inizialmente riservata all'attività all'interno del CAVE, è stata inoltre implementata al fine di un suo uso tramite devices portatili (ad es. Oculus RIFT) (fig. 70). Ciò consente, e consentirà sempre di più, di poter utilizzare tali applicazioni anche al di fuori del laboratorio e, ad esempio, direttamente sul sito. Sarà dunque possibile verificare ipotesi di lavoro o controllare ed interrogare i dati relativi ad indagini e scavi precedenti, continuando ad operare sul terreno.

Alla base di entrambi questi metodi di interrogazione e di visualizzazione dei dati è l'intenzione di rendere le operazioni nell'ambiente virtuale il più possibile hand-free e, di conseguenza, naturali. La possibilità di operare senza ricorrere a devices e tools costituisce oggi un requisito essenziale per il proficuo uso di tali applicazioni: in tal senso, lo sviluppo e l'impiego di tecniche di Natural Gesture Interaction, rappresenta un'innovazione di grande importanza per le ricerche condotte in sinergia tra il Laboratorio LSA/SAET, il DreamsLab/SMART ed il Laboratorio di Disegno e Restauro dell'Università di Pisa.

⁸ Cfr. OLIVITO, TACCOLA, ALBERTINI 2015a-b.

1.4. *Work in progress*

Se fino alla campagna di maggio 2014 l'acquisizione fotogrammetrica delle singole unità stratigrafiche e, dunque, delle varie fasi dello scavo, aveva riguardato quasi esclusivamente il cosiddetto SAS 4 Nord, localizzato al centro del lato settentrionale della *stoa* segestana, a partire dal maggio 2015 l'impiego di tale tecnica di documentazione è stato esteso anche al settore più orientale della piazza cittadina. Qui, dove le ricerche stanno riportando in luce i resti di strutture tardoellenistiche e poi medievali conservate in elevato per più di 6 metri, l'impiego di metodi di 3D image-based, associati all'uso di APR, consente di restituire un'immagine del tutto fedele della complessa situazione architettonica e di stratigrafia verticale che connota tale area (fig. 71).

Infine, a partire dal maggio del 2016, è stato avviato l'inserimento dei dati (grafici e non) acquisiti durante la campagna di scavo, in un GIS (fig. 72) che consentirà agli esperti e agli studiosi di gestire e interrogare in maniera accurata e approfondita non solo l'enorme messe di dati stratigrafici raccolta durante la più che decennale attività di ricerca sul campo, ma anche l'ormai elaborato e ricco apparato grafico di natura 2D e 3D.

1.5. *Cronistoria delle attività sul campo*

2009-13: computer grafica
 2010-15: rilievo 3D image-based
 2012-15: rilievo 3D image-based da APR
 2013-15: applicazioni di Virtual- e Cyber-Archaeology
 2016: creazione di un GIS per la gestione dei dati acquisiti durante lo scavo.

1.6. *Presentazione dei lavori*

- Erice (TP), 14 ottobre 2009

Sette giornate internazionali di studi sull'area elima e la Sicilia occidentale nel contesto mediterraneo, «Agora, foro e istituzioni politiche in Sicilia e nel Mediterraneo antico»,

Ricostruzioni 3d per l'agora di Segesta (E. Taccola);

- Torino, 4 novembre 2011

Virtual Cultural Heritage, Strategie multi-canale per la comunicazione 3.0, organizzato da SCUDO - Politecnico di Torino - MIMOS - CNR-ITABC - Salone DNA Italia,

Applicazioni 3d per l'agorà di Segesta. Dallo scavo allo schermo (E. Taccola, M.C. Parra);

- Duke University, North Carolina, 14 ottobre 2014

5th International Conference on Remote Sensing in Archaeology. From Space to Place initiative «The Age of Sensing»,

Techniques and Applications for a virtual Simulation of the agora of Segesta (R. Olivito, E. Taccola, N. Albertini, D. Licari);

- Riva del Garda, 23 giugno 2014

ISPRS Technical Commission V Symposium «Close-range imaging, ranging and applications»,

The sanctuary of Punta Stilo at Kaulonia-Monasterace (RC, Italy): preliminary results of the close range photogrammetric surveys 2012-2013 (E. Taccola, M.C. Parra, C. Ampolo);

- Avila, 25 febbraio 2015

ISPRS 6th International Workshop 3D-ARCH'2015 «3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures»,

A hand-free solution for the interaction in an immersive virtual environment: the case of the agora of Segesta (R. Olivito, E. Taccola, N. Albertini);

- Siena, 2 aprile 2015

CAA 2015 Siena Conference «Keep the revolution going»,

A hand-free solution for the interaction in an immersive virtual environment: the case of the agora of Segesta (R. Olivito, E. Taccola, N. Albertini);

- Pisa, 20 aprile 2015

Seminari del Laboratorio di Scienze dell'Antichità, Scuola Normale Superiore: *Il rilievo tridimensionale in archeologia: strumenti, tecniche e applicazioni* (E. Taccola).

(<<https://www.youtube.com/watch?v=KvrVoUAM3Lg&feature=youtu.be>>);

- Roma, Accademia Belgica, 5 febbraio 2016

Secondo Convegno Internazionale di Archeologia Aerea «Dagli Aerostati ai Droni: le immagini aeree in Archeologia»,

Il dato oltre l'immagine aerea: il rilievo 3d da APR per la documentazione, l'analisi e il monitoraggio in archeologia (E. Taccola, R. Olivito).

- AA.VV. c.d.s.: AA.VV., *Carta storico-archeologica del Comune di Contessa Entellina*, Pisa c.d.s.;
- ABATE, CANNISTRACI 2012: A. ABATE, O.S. CANNISTRACI, *La stoa Nord dell'agora di Segesta: alcune note preliminari sull'elevato architettonico dell'ala Ovest*, in AMPOLO 2012a, pp. 305-19;
- ABATE, CANNISTRACI 2013: A. ABATE, O.S. CANNISTRACI, *Segesta. Agora. Analisi architettonica dell'ingresso monumentale all'ambiente I della stoa Nord*, in *NotScASNP* 2013, pp. 29-48;
- ABATE, ERDAS, GIACCONE 2011: A. ABATE, D. ERDAS, N. GIACCONE, *Segesta. Agora. Settore Est (SAS 4: 2009-10)*, in *NotScASNP* 2011, pp. 36-41;
- ABATE, ERDAS, INFARINATO 2013: A. ABATE, D. ERDAS, A.C. INFARINATO, *Segesta. Agora. Settore Est (SAS 4: 2012)*, in *NotScASNP* 2013, pp. 21-8;
- ABATE, GIACCONE 2014: A. ABATE, N. GIACCONE, *Segesta. Agora. Stoa Nord. Ala Est (SAS 4: 2013)*, in *NotScASNP* 2014, pp. 33-9;
- AGOSTINIANI 1977: L. AGOSTINIANI, *Iscrizioni anelleniche di Sicilia*, Firenze 1977;
- ALBERTINI *et al.* 2014: N. ALBERTINI, V. BARONE, S. LEGNAIOLI, S. LICARI, E. TACCOLA, A. BROGNI, *The agora of Segesta in immersive virtual environments*, in *Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*, Proceeding of the 6th International Congress, Athens, 22-25 October 2013, Roma-Valmar 2014, 1, pp. 299-304;
- AMPOLO 2007a: C. AMPOLO, *Iscrizioni greche dal santuario di Punta Stilo*, in *PARRA* 2007, pp. 43-9;
- AMPOLO 2007b: C. AMPOLO, *Nota preliminare sulla nuova iscrizione osca*, in *PARRA* 2007, pp. 50-4;
- AMPOLO 2012a: *Agora greca e agorai di Sicilia*, a cura di C. Ampolo, Pisa 2012;
- AMPOLO 2012b: C. AMPOLO, *Compresenza di ethne e culture diverse nella Sicilia occidentale. Per una nuova prospettiva storica*, in *Convivenze etniche, scontri e contatti di culture in Sicilia e Magna Grecia*, Trento 2012 (Aristonothos. Scritti per il mediterraneo antico 7), pp. 15-57;
- AMPOLO 2014: C. AMPOLO, *Zeus a Kaulonia: la Tabula Cauloniensis, un elmo con dedica e il loro significato storico*, in *IANNELLI, SABBIONE* 2014, pp. 123-4;

- AMPOLO *et al.* 2010: C. AMPOLO, M.C. PARRA, S. DE VIDO, A. FACELLA, s.v. *Segesta*, in *BTCGI*, XVIII, Pisa-Roma-Napoli 2010, pp. 513-76;
- AMPOLO, PARRA 2003: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *Segesta. Scavi nell'area dell'agora (2002-2005, campagna primaverile): risultati e prospettive di ricerca*, in *NotScASNP* 2003, pp. 391-402;
- AMPOLO, PARRA 2004: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *Segesta. Scavi nell'area dell'agora (2005-2006): risultati e prospettive di ricerca*, in *NotScASNP* 2004, pp. 405-13;
- AMPOLO, PARRA 2009: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *L'agora di Segesta. Uno sguardo d'insieme tra iscrizioni e monumenti*, in *Agorai di Sicilia, agorai d'Occidente*, Pre-print degli Atti del Seminario di Studi, Pisa 30 giugno-2 luglio 2008, a cura di C. Ampolo, Pisa 2009 [ora in AMPOLO 2012a], pp. 125-41;
- AMPOLO, PARRA 2010: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *Segesta. Scavi nell'area dell'agora (2007-08): risultati e prospettive di ricerca*, in *NotScASNP* 2010, pp. 3-5;
- AMPOLO, PARRA 2011: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *Segesta. Scavi nell'area dell'agora (2009-10): risultati e prospettive di ricerca*, in *NotScASNP* 2011, pp. 3-8;
- AMPOLO, PARRA 2012a: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *L'agora di Segesta: uno sguardo d'insieme tra iscrizioni e monumenti*, in AMPOLO 2012a, pp. 271-85;
- AMPOLO, PARRA 2012b: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *Segesta. Scavi nell'area dell'agora (2011): risultati e prospettive di ricerca*, in *NotScASNP* 2012, pp. 3-7;
- AMPOLO, PARRA 2015: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *L'Agorà*, in R. VON GUNTEN, *Segesta*, Marsala 2015 (Città e siti d'Europa 4), pp. 62-73;
- AMPOLO, PARRA 2016: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *La grande stoà di Segesta: dalle realtà alle ricostruzioni virtuali, e oltre*, in *Selinunte. Restauri dell'antico*, Atti del Convegno di Studi, Selinunte, 20-23 ottobre 2011, Roma 2016, pp. 205-16, tavv. XXII a-c.
- AMPOLO, PARRA c.d.s.: C. AMPOLO, M.C. PARRA, *Segesta: organizzazione civica e spazi urbani*, in *La Città e le città della Sicilia antica*, a cura di C. Ampolo, Pisa c.d.s.;
- ARCIFA, BAGNERA 2014: L. ARCIFA, A. BAGNERA, *Castello San Pietro (Palermo): una riconsiderazione dei primi contesti islamici*, in NEF, ARDIZZONE 2014, pp. 165-90;
- ARDIZZONE, AGRÒ 2014: F. ARDIZZONE, F. AGRÒ, *L'islamizzazione a Palermo attraverso una rilettura della ceramica da fuoco dei butti di Via Imera*, in NEF, ARDIZZONE 2014, pp. 259-69;
- ARDIZZONE, PEZZINI, SACCO 2014: F. ARDIZZONE, E. PEZZINI, V. SACCO, *Lo scavo della chiesa di Santa Maria degli Angeli alla Gancia: indicatori archeologici della prima età islamica a Palermo*, in NEF, ARDIZZONE 2014, pp. 198-223;
- BARRESI *et al.* 2012: P. BARRESI, E. GASPARINI, G. PATERNICÒ, D. PATTI, P. PEN-SABENE, *Ceramica arabo-normanna dai nuovi scavi dell'insediamento medievale sopra la Villa del Casale di Piazza Armerina*, in *Atti del IX Congresso Interna-*

- zionale sulla *Ceramica Medievale nel Mediterraneo*, Venezia, 23-27 settembre 2009, a cura di S. Gelichi, Firenze 2012, pp. 354-7;
- BASILONE 2009: L. BASILONE, *Mesozoic Tectono-sedimentary Evolution of Rocca Busambra in Western Sicily*, «Facies», 55,1, 2009, pp. 115-35;
- BECHTOLD 2000: B. BECHTOLD, *Una necropoli ellenistica a Segesta (SAS 15). Rapporto preliminare delle campagne di scavo 1996 e 1997*, in *Terze Giornate Internazionali 2000*, pp. 79-90;
- BECHTOLD 2001: B. BECHTOLD, *Segesta. Area della necropoli ellenistica (SAS 15) ed area antistante a Porta di Valle (SAS 16) (1996-1997)*, in *NotScASNP 2001*, pp. 458-85;
- BONNÉRIC 2015: *Histoire et anthropologie des odeurs en terre d'Islam à l'époque médiévale*, éd. par J. Bonnéric, «Bulletin d'Études Orientales», 64, 2015;
- BTCGI 1977-2012: *Bibliografia topografica della colonizzazione greca in Italia e nelle isole tirreniche, I-XXI*, diretta da G. Nenci, G. Vallet - 1977-1999; U. Fantasia - 1999-2000, C. Ampolo - 2001-2012, Pisa-Roma (1977-1994), Pisa-Roma-Napoli (1996-2012);
- BUCK 1955: C.D. BUCK, *The Greek Dialects*, Chicago 1955;
- CAMERATA SCOVAZZO, AMICO 1995: R. CAMERATA SCOVAZZO, P. AMICO, *Il parco archeologico di Segesta. Progetto per la tutela, conoscenza, valorizzazione e fruizione della città antica. Attività espletate fra il 1989 ed il 1993*, in *Segesta 1995*, pp. 559-70;
- CANNISTRACI 2011: O.S. CANNISTRACI, *Problemi di definizione. Il caso delle stoai con oikoi/oikemata e stoai con ergasteria*, «ASAA», 89, s. 3, 11, 1, 2011 [2013], pp. 359-78;
- CANNISTRACI, PERNA 2012: O.S. CANNISTRACI, M. PERNA, *Segesta. Agora. Settore NordEst (SAS 4; 2011)*, in *NotScASNP 2012*, pp. 12-6;
- CANNISTRACI, PERNA 2013: O.S. CANNISTRACI, M. PERNA, *Segesta. Agora. Settore NordEst (SAS 4; 2012)*, in *NotScASNP 2013*, pp. 15-20;
- CANNISTRACI, PERNA 2014: O.S. CANNISTRACI, M. PERNA, *Segesta. Agora. Stoa Nord. Settore NordEst (SAS 4; 2013)*, in *NotScASNP 2014*, pp. 23-32;
- CASSIMATIS, ÉTIENNE, LE DINAHET 1991: H. CASSIMATIS, R. ÉTIENNE, M.Th. LE DINAHET, *Les autels: problèmes de classification et d'enregistrement des données*, in *L'espace sacrificiel dans les civilisations méditerranéennes de l'Antiquité*, Actes du Colloque, Lyon, 4-7 juin 1988, éd. par R. Étienne, M.Th. Le Dinahet, Paris 1991, pp. 267-76;
- CATALANO, D'ARGENIO 1982: R. CATALANO, B. D'ARGENIO, *Schema geologico della Sicilia occidentale*, in *Guida alla geologia della Sicilia occidentale. Guide geologiche regionali*, a cura di R. Catalano, B. d'Argenio, Palermo 1982 (Memorie della Società Geologica Italiana, suppl. A: 24), pp. 9-41;
- CATALANO et al. 2010a: R. CATALANO, G. AVELLONE, L. BASILONE, M. GASPARO MORTICELLI, G. LO CICERO, *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia*

- alla scala 1:50.000, Foglio n. 608 "Caccamo" e carta geologica allegata, Regione Siciliana, ISPRA, Dipartimento di Geologia e Geodesia - Università di Palermo, Palermo 2010;
- CATALANO *et al.* 2010b: R. CATALANO, G. AVELLONE, L. BASILONE, A. SULLI, *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio n. 607 "Corleone" e carta geologica allegata*, Regione Siciliana, ISPRA, Dipartimento di Geologia e Geodesia - Università di Palermo, Palermo 2010;
- CAVALIER 2012: L. CAVALIER, *Portiques en bordure des agoras d'Asie Mineure à l'époque hellénistique et à l'époque impériale*, in *Basiliques et agoras de Grèce et d'Asie Mineure*, éd. par L. Cavalier, R. Descat, J. Des Courtils, Bourdeaux 2012, pp. 241-56;
- CLARK 2010: J.T. CLARK, *The Fallacy of Reconstruction*, in FORTE 2010, pp. 63-73;
- COLOMBINI *et al.* 2003: M.P. COLOMBINI, G. GIACHI, F. MODUGNO, P. PALLECCHI, E. RIBECHINI, *The Characterization of Paints and Waterproofing Materials from the Shipwrecks Found at the Archaeological Site of the Etruscan and Roman Harbour of Pisa (Italy)*, «Archaeometry», 45, 2003, pp. 659-74;
- COLOMBINI *et al.* 2005: M.P. COLOMBINI, G. GIACHI, F. MODUGNO, E. RIBECHINI, *Characterisation of Organic Residues in Pottery Vessels of the Roman Age from Antinoe (Egypt)*, «Microchemical Journal», 79, 2005, pp. 83-90;
- CORRETTI 2014: A. CORRETTI, *Entella. Prima del palazzo. Nuovi sondaggi nell'edificio fortificato medievale (SAS 1/2; 2014)*, in *NotScASNP* 2014, pp. 43-54;
- CORRETTI *et al.* 2004 = A. CORRETTI, M. GARGINI, C. MICHELINI, M.A. VAGGIOLI, *Tra Arabi, Berberi e Normanni: Entella e il suo territorio dalla tarda antichità alla fine dell'epoca sveva*, in *La Sicile à l'époque islamique. Questions de méthode et renouvellement récent des problématiques*, «MEFR(M)», 116, 2004, pp. 145-90;
- CORRETTI, FACELLA, MANGIARACINA 2014: A. CORRETTI, A. FACELLA, C.F. MANGIARACINA, *Contessa Entellina (PA): forme di insediamento tra tarda antichità e età islamica*, in *NEF, ARDIZZONE* 2014, pp. 341-9;
- CORRETTI, MICHELINI, VAGGIOLI 2010 = A. CORRETTI, C. MICHELINI, M.A. VAGGIOLI, *Frammenti di Medioevo siciliano: Entella e il suo territorio dall'Alto Medioevo a Federico II*, in *Piazza Armerina. Villa del Casale e la Sicilia tra tardoantico e medioevo*, a cura di P. Pensabene, Roma 2010, pp. 147-96;
- COULTON 1976: J.J. COULTON, *The Architectural Development of the Greek Stoa*, Oxford 1976;
- CRAWFORD 2011: M. CRAWFORD, *Imagines Italicae. A Corpus of Italic Inscriptions*, London 2011;
- D'ANDRIA 1997: F. D'ANDRIA, *Ricerche archeologiche sul teatro di Segesta*, in *Seconde Giornate Internazionali* 1997, pp. 429-50;
- DE BERNARDI 2000: A. DE BERNARDI, *Considerazioni sui risultati finora raggiunti*

- nello studio e nel rilevamento del teatro di Segesta, in *Terze Giornate Internazionali* 2000, pp. 369-87;
- DI STEFANO *et al.* 2002: P. DI STEFANO, A. GALACZ, G. MALLARINO, A. MINDSZENT, A. VOROS, *Birth and Early Evolution of a Jurassic Escarpment: Monte Kumeta, Western Sicily*, «Facies», 46, 2002, pp. 273-98;
- DUNHAM 1962: J.R. DUNHAM, *Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture*, in W.E. HAM, *Classification of carbonate rocks*, «American Association of Petroleum Geologists Memoir», 1, 1962, pp. 108-21;
- ECKROTH 2009: G. ECKROTH, *Why (not) Paint an Altar? A Study of Where, When and Why Altars Appear on Attic Red-figure Vases*, in *The World of Greek Vases*, ed. by V. Nørskov, L. Hannestad, C. Isler-Kerényi, S. Lewis, Rome 2009, pp. 89-114;
- ERDAS 2010: D. ERDAS, *Segesta. Settore Nord dell'agora (2007-08)*, in *NotScASNP* 2010, pp. 41-9;
- ERDAS, GIACCONE 2012: D. ERDAS, N. GIACCONE, *Segesta. Agora. Settore Est (SAS 4; 2011)*, in *NotScASNP* 2012, pp. 17-21;
- FACELLA, GIACCONE 2010: A. FACELLA, N. GIACCONE, *Kaulonia. Area subito a Sud del tempio dorico (SAS 1; 2006-08)*, in *NotScASNP* 2010, pp. 110-30;
- FACELLA, GIACCONE 2013: A. FACELLA, N. GIACCONE, *Kaulonia. Area a Sud del tempio dorico (SAS 1 SudOvest; 2011-12)*, in *NotScASNP* 2013, pp. 96-103;
- FACELLA, OLIVITO 2013: A. FACELLA, R. OLIVITO, *Segesta. Agora. Area della Stoa Nord (SAS 4; 2012)*, in *NotScASNP* 2013, pp. 10-4;
- FAVARO 1997: A. FAVARO, *La sequenza stratigrafica della porta Nord di Segesta (campagne di scavo 1990-91-92-93)*, in *Seconde Giornate Internazionali* 1997, pp. 685-92;
- FAVARO, BECHTOLD 1995: A. FAVARO, B. BECHTOLD, *Il sistema difensivo di «Porta di Valle», Area 7000 (SAS 7)*, in *Segesta* 1995, pp. 1023-128, tavv. CXCII-CCXXVII;
- FIORILLA 1990: S. FIORILLA, *Le fornaci di Agrigento*, in *Fornaci, castelli e pozzi dell'età di mezzo*, a cura di S. Scuto, S. Fiorilla, Gela 1990, pp. 26-50;
- FORTE 2010: *Cyber-Archaeology*, éd. by M. Forte, Oxford 2010;
- FORTE, SILIOTTI 1997: M. FORTE, A. SILIOTTI, *Virtual Archaeology: Re-creating Ancient Worlds*, New York 1997;
- GARGINI 2003: M. GARGINI, *Kaulonia. Area della vasca rituale (SAS 3)*, in *NotScASNP* 2003, pp. 438-51;
- GARGINI 2007: M. GARGINI, *Kaulonia: La vasca culturale a Nord-Ovest del tempio*, in *PARRA* 2007, pp. 93-127;
- GAROZZO 2001: B. GAROZZO, *Onomastica*, in *Da un'antica città di Sicilia. I decreti di Entella e Nakone*, Catalogo della mostra, Pisa, 14 dicembre 2001-16 febbraio 2002, dir. C. Ampolo, Pisa 2001, pp. 75-80;

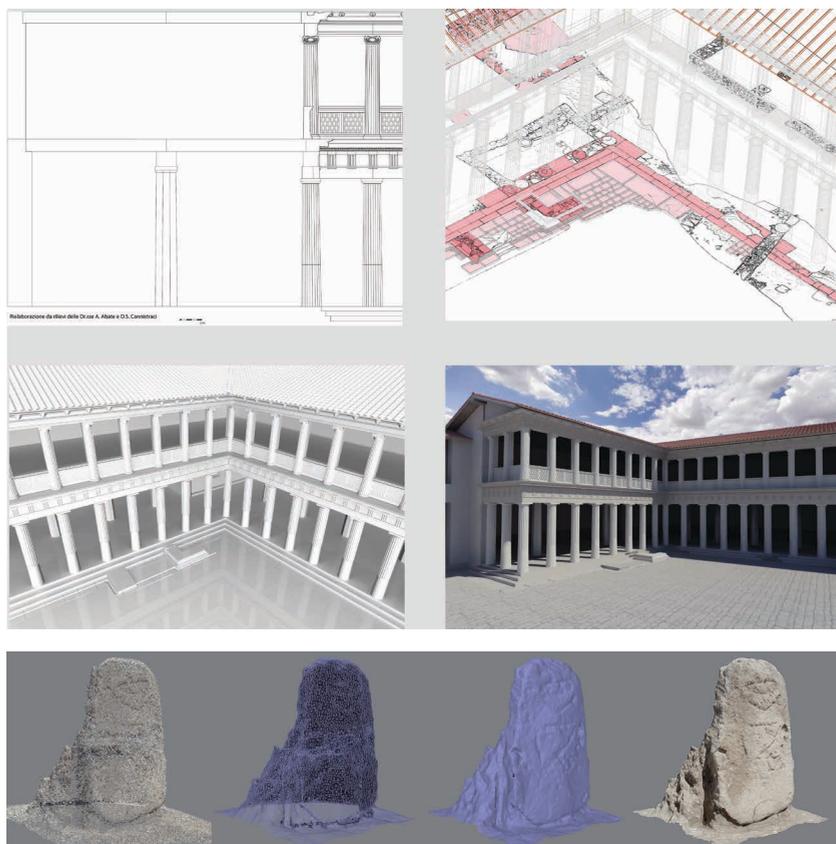
- GHIZOLFI 1995: P. GHIZOLFI, *Ceramiche medievali da Entella (prime campagne archeologiche)*, in *Entella I*, a cura di G. Nenci, Pisa 1995, pp. 189-217;
- GIANNICCHEDDA, ZANINI 2011: E. GIANNICCHEDDA, A. ZANINI, *Il "testo" e la sua diffusione nella Liguria di Levante: quarantotto anni di lavoro su una fonte etnografica*, «Archeologia Postmedievale», 15, 2011, pp. 91-115;
- GUARDUCCI 1965: M. GUARDUCCI, *Epigrafia greca, I*, Roma 1965;
- GUTIÉRREZ LLORET 1990-91: S. GUTIÉRREZ LLORET, *Panes, hogares y fogones portátiles. dos formas ceramicas destinadas a la coccion del pan en al-andalus: el hornillo tannur y el plato tabag*, «Lucentum», 9/10, 1990-91, pp. 161-75;
- IANNELLI 1992: M.T. IANNELLI, s.v. *Monasterace Marina*, in *BTCGI, X*, Pisa-Roma 1992, pp. 190-217;
- IANNELLI, RIZZI 1985: M.T. IANNELLI, S. RIZZI, *Kaulonia: indagini ed ipotesi sull'impianto urbano di età ellenistica alla luce delle più recenti campagne di scavo*, «Rivista Storica Calabrese», n.s., 6, 1985, pp. 281-316;
- IANNELLI, SABBIONE 2014: *Le spose e gli eroi. Offerte in bronzo e in ferro dai santuari e dalle necropoli della Calabria greca*, a cura di M.T. Iannelli, C. Sabbione, Vibo Valentia 2014;
- INFARINATO 2010: A.C. INFARINATO, *Segesta. Ala Ovest della stoa Nord (2007-08)*, in *NotScASNP* 2010, pp. 29-33;
- JEFFERY 1990: L.H. JEFFERY, *The Local Scripts of Archaic Greece*, rev. Edition with Supplement by A.W. Johnston, Oxford 1990;
- KÖSE 2005: V. KÖSE, *The Origin and Development of Market Buildings in Hellenistic and Roman Asian Minor*, in *Patterns in the Economy of Roman Asia Minor*, ed. by S. Mitchell, C. Katsari, Swansea-Oakville 2005, pp. 139-66;
- LAUTER 1999: H. LAUTER, *L'architettura dell'ellenismo*, trad. it., Milano 1999;
- LAZZARINI 1976: M.L. LAZZARINI, *Le formule delle dediche votive nella Grecia arcaica*, Roma 1976;
- LE MAGUER 2011: S. LE MAGUER, *Typology of Incense-burners of the Islamic Period*, in *Papers from the forty-fourth Meeting of the Seminar for Arabian Studies, London, 22-24 July 2010*, ed. by J. Starkey, Oxford 2011 (Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, 41), pp. 173-86;
- LE MAGUER 2015a: S. LE MAGUER, *The Trade of Incense during the Islamic Period*, «Proceedings of the Seminar of Arabian Studies», 45, 2015, pp. 175-183;
- LE MAGUER 2015b: S. LE MAGUER, *Une archéologie des odeurs: identifier les encens et leurs usages au Proche et Moyen-Orient (VIII^e-XII^e siècle)*, «Bulletin d'Études Orientales», 54, 2015, pp. 135-58.
- LO CICERO, PRATINI 1981: G. LO CICERO, P. PRATINI, *Early Miocene Deltaic Glauconitic Carbonates*, in *Paleogeographic Evolution of a Continental Margin in Sicily. Penrose Conference, Guide-Book of the fieldtrip in Western Sicily*, Palermo 1981, pp. 103-4;
- LORENZ, MASCLE 1972: G. LORENZ, G. MASCLE, *Sur l'age Aquitanien-Burdigalien*

- de la formation grès-glaucouneuse des monts Sicani*, «Compte-rendu sommaire des séances de la Société géologique de France», 12, 1972, pp. 77-81;
- LUCEJKO *et al.* 2014: J.J. LUCEJKO, M.P. COLOMBINI, A. CORRETTI, C.F. MANGIARACINA, G. MONTANA, E. RIBECHINI, *New Light on Soft-stone Artifacts from Medieval Sicily: a Multi-disciplinary Investigation*, poster presentato all'VIII Congresso dell'Associazione Italiana di Archeometria «Scienze e Beni Culturali: stato dell'arte e prospettive», Bologna, 5-7 febbraio 2014;
- MANGANARO 1961: G. MANGANARO, *Iscrizioni di Adrano*, «PdP», 16, 1961, pp. 126-30;
- MANNI PIRAINO 1973: M.T. MANNI PIRAINO, *Iscrizioni greche lapidarie del Museo di Palermo*, Palermo 1973;
- MANNONI 1965: T. MANNONI, *Il "testo" e la sua diffusione nella Liguria di Levante*, «Bollettino Linguistico», 17, 1-2, pp. 49-64;
- MICHELINI 2014: C. MICHELINI, *Appendice. Un contesto arcaico/classico sotto l'ambiente N*, in *NotScASNP* 2014, pp. 55-65;
- MITCHELL 1991: S. MITCHELL *The Hellenization of Pisidia*, «MedArch», 4, 1991, pp. 119-45;
- MOLINARI 2010: A. MOLINARI, *Paesaggi rurali e formazioni sociali nella Sicilia islamica, normanna e sveva (secoli X-XIII)*, «Archeologia Medievale», 37, 2010, pp. 229-45;
- NEF, ARDIZZONE 2014: *Les dynamiques de l'islamisation en Méditerranée centrale et en Sicile: nouvelles propositions et découvertes récentes*, éd. par A. Nef, F. Ardizzone, Rome-Bari 2014;
- NENCI 1990: G. NENCI, *Iscrizioni elime, greche e latine*, «ASNSP», s. 3, 20, 2-3, 1990, pp. 547-52;
- NENCI 1997: G. NENCI, *Novità epigrafiche dall'area elima*, in *Seconde Giornate Internazionali* 1997, pp. 1187-202;
- NotScASNP* 2001: AA.VV., *Relazioni preliminari degli scavi a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 1995-1997), Kaulonia (Monasterace, RC; 1999-2001). Sintesi delle ricerche a Roca Vecchia (Melendugno, LE)*, in *Notizie degli Scavi di Antichità comunicate dalla Scuola Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSATMA*, «ASNP», s. 4, 6, 2001 [2004], pp. 413-555;
- NotScASNP* 2003: AA.VV., *Relazioni preliminari degli scavi a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2002-2005) e Kaulonia (Monasterace, RC; 2001-2005)*, in *Notizie degli scavi di Antichità comunicate dalla Scuola Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSATMA*, «ASNP», s. 4, 8, 2003 [2006], pp. 387-473;
- NotScASNP* 2004: AA.VV., *Relazioni preliminari degli scavi a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2002-2003, 2005-2006), Entella (Contessa Entellina, PA; 2000-2001, 2003; 2005), Calatamauro (Contessa Entellina, PA; 2006), Roca Vecchia (Melendugno, LE; 2002-2006)*, in *Notizie degli Scavi di Antichità comunicate dalla Scuo-*

- la Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSATMA*, «ASNP», s. 4, 9, 2004 [2008], pp. 399-600;
- NotScASNP 2010: AA.VV., *Relazioni preliminari degli scavi a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2007-08), Entella (Contessa Entellina, PA; 2007-08), Kaulonia (Monasterace, RC; 2006-08). Ricerche recenti a Roca (Melendugno, LE)*, in *Notizie degli Scavi di Antichità comunicate dalla Scuola Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSATMA*, «ASNP», s. 5, 2/2, 2010, Supplemento;
- NotScASNP 2011: AA.VV., *Relazioni preliminari degli scavi a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2009-10) e Entella (Contessa Entellina, PA; 2007-08)*, in *Notizie degli Scavi di Antichità comunicate dalla Scuola Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSA*, «ASNP», s. 5, 3/2, 2011, Supplemento;
- NotScASNP 2012: AA.VV., *Relazioni preliminari degli scavi a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2011), Kaulonia (Monasterace, RC; 2009-10). Ricerche recenti a Roca (Melendugno, LE). Saggi di controllo a Entella (Contessa Entellina, PA; 2008)*, in *Notizie degli Scavi di Antichità comunicate dalla Scuola Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSA*, «ASNP», s. 5, 4/2, 2011, Supplemento;
- NotScASNP 2013: AA.VV., *Scavi e ricerche a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2012), Entella (Contessa Entellina, PA), Kaulonia (Monasterace, RC; 2011-13), Roca (Melendugno, LE) e Isola d'Elba (LI, 2008-12)*, in *Notizie degli Scavi di Antichità comunicate dalla Scuola Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSA*, «ASNP», s. 5, 5/2, 2013, Supplemento;
- NotScASNP 2014: AA.VV., *Scavi e ricerche a Segesta (Calatafimi-Segesta, TP; 2013), Entella (Contessa Entellina, PA; 2014), Kaulonia (Monasterace, RC) e Roca (Melendugno, LE)*, in *Notizie degli Scavi di Antichità comunicate dalla Scuola Normale Superiore di Pisa. Rassegna Archeologica del LSA*, «ASNP», s. 5, 6/2, 2014, Supplemento;
- OLIVITO, SERRA 2014: R. OLIVITO, A. SERRA, *Segesta. Agora. Stoa Nord. Settore centrale (SAS 4; 2013)*, in *NotScASNP 2014*, pp. 18-22;
- OLIVITO, TACCOLA 2014: R. OLIVITO, E. TACCOLA, *3D Modelling in the agora of Segesta: Techniques and Data Interpretation*, «Archeologia e Calcolatori», 25, 2014, pp. 175-88;
- OLIVITO, TACCOLA, ALBERTINI 2015a: R. OLIVITO, E. TACCOLA, N. ALBERTINI, *A Hand-free Solution for the Interaction in an Immersive Virtual Environment: the Case of the agora of Segesta*, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XL-5. 3D-Arch 2015. 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures (XL-5/W4), 25-27 February 2015, Avila 2015, pp. 31-6;
- OLIVITO, TACCOLA, ALBERTINI 2015b: R. OLIVITO, E. TACCOLA, N. ALBERTINI, *Hand-free Interaction in the Virtual Simulation of the agora of Segesta*, in *Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative*

- Methods In Archaeology*, Siena, 30 marzo-3 aprile 2015, ed. by S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentini, M. Cirillo, Oxford 2015, pp. 321-8;
- ORSI 1914: P. ORSI, *Caulonia. Campagne archeologiche del 1912, 1913, 1915*, «Mon-AL», 23, 1914, pp. 685-947;
- PARRA 1997: *Antiquarium di Entella. Guida del Museo*, a cura di M.C. Parra, Connessa Entellina 1997;
- PARRA 2002a: M.C. PARRA, *Con Paolo Orsi, ed altri, nel santuario di Punta Stilo. Campagne di scavo 1999-2001*, in PARRA 2002b, pp. 219-49;
- PARRA 2002b: *Kaulonía, Caulonia, Stilida (e oltre). Contributi storici, archeologici e topografici, I*, a cura di M.C. Parra, Pisa 2002 («ASNP», s. 4, Quaderno 11-12, 2001);
- PARRA 2007: *Kaulonía, Caulonia, Stilida (e oltre). Contributi storici, archeologici e topografici, II*, a cura di M.C. Parra, Pisa 2007 («ASNP», s. 4, Quaderno 17-18, 2004);
- PARRA 2011: M.C. PARRA, *Dal santuario di Afrodite a Punta Stilo, guardando alla città e al territorio, dopo un decennio di ricerche*, in PARRA, FACELLA 2011, pp. 3-44;
- PARRA 2013: M.C. PARRA, *Kaulonia. Scavi nel santuario di Punta Stilo (2011-2013): verso una lettura d'insieme del complesso*, in *NotScASNP* 2013, pp. 81-95;
- PARRA 2014: M.C. PARRA, *Da Clete a Pitocrito: bronzi votivi dal santuario di Punta Stilo a Kaulonia*, in IANNELLI, SABBIONE 2014, pp. 110-5;
- PARRA 2015: M.C. PARRA, *Il santuario del Capo Cocinto: "nuovo" osservatorio occidentale di presenze multiculturali*, in *Sanctuaries and the Power of Consumption. Networking and the Formation of Elites in the Archaic Western Mediterranean World*, Proceedings of the International Conference in Innsbruck, 20th-23rd March 2012, hrsg. von E. Kistler *et al.*, Wiesbaden 2015, pp. 275-86;
- PARRA c.d.s.: M.C. PARRA, *Regime e forme delle offerte, tra VII e V sec. a.C., nel santuario urbano di Punta Stilo a Kaulonia (Monasterace, RC)*, in *Il sacrificio. Forme rituali, linguaggi e strutture sociali*, Atti del Seminario, Roma, 27-29 maggio 2015, a cura di E. Lippolis, P. Vannicelli, Roma c.d.s.;
- PARRA, FACELLA 2011: *Kaulonía, Caulonia, Stilida (e oltre), III. Indagini topografiche nel territorio*, a cura di M.C. Parra, A. Facella, Pisa 2011;
- PENNACCHIO, JEFFERSON, HAVENS 2010: L. PENNACCHIO, L.V. JEFFERSON, K. HAVENS, *Uses and Abuses of Plant-derived Smoke. Its Ethnobotany as Hallucinogen, Perfume, Incense, and Medicine*, Oxford 2010;
- PRUNO 2003: E. PRUNO, *La diffusione dei testelli nell'Alto Tirreno tra XI-XIV sec.*, in *Atti del III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Salerno, 2-5 ottobre 2003, a cura di R. Fiorillo, P. Peduto, Firenze 2003, pp. 71-7;
- ROBINSON *et al.* 1987: N. ROBINSON, R.P. EVERSLED, W.J. HIGGS, K. JERMAN, G. EGLINTON, *Proof of a Pine Wood Origin for Pitch from Tudor (Mary Rose) and*

- Etruscan Shipwrecks: Application of Analytical Organic Chemistry in Archaeology*, «Analyst», 112, 1987, pp. 637-44;
- RUPP 1974: D.V. RUPP, *Greek Altars of the Northeastern Peloponnese, c. 700-725 to 300-275 B.C.*, Ann Arbor 1974;
- RUSSO, REMONDINO 2012: M. RUSSO, F. REMONDINO, *Laser Scanning e fotogrammetria: strumenti e metodi di rilievo tridimensionali per l'archeologia*, in *APSAT 1. Teoria e metodi della ricerca sul paesaggio d'altura*, a cura di G.P. Brogiolo, D.E. Angelucci, A. Colecchia, F. Remondino, Mantova 2012, pp. 141-70;
- Seconde Giornate Internazionali 1997: Seconde Giornate Internazionali di Studi sull'Area Elima*, Atti del Convegno, Gibellina, 22-26 ottobre 1994, Pisa-Gibellina 1997;
- Segesta 1995: AA.VV., *Segesta. Parco Archeologico e relazioni preliminari delle campagne di scavo 1990-1993*, «ASNP», s. 3, 25, 3-4, 1995, pp. 537-1295;
- Segesta I 1996: *Segesta I. La Carta Archeologica*, a cura di R. Camerata Scovazzo, Palermo 1996;
- Segesta III 2008: *Segesta III. Il sistema difensivo di Porta di Valle (scavi 1990-1993)*, a cura di R. Camerata Scovazzo, Mantova 2008;
- SPATAFORA, CANZONIERI 2014: F. SPATAFORA, E. CANZONIERI, *Al-Khālisa: alcune considerazioni alla luce delle nuove scoperte archeologiche nel quartiere della Kalsa*, in NEF, ARDIZZONE 2014, pp. 233-45;
- TACCOLA 2012: E. TACCOLA, *Ricostruzioni 3D per l'agora di Segesta*, in AMPOLO 2012a, pp. 287-9;
- TACCOLA, OLIVITO c.d.s.: E. TACCOLA, R. OLIVITO, *Il dato oltre l'immagine aerea: il rilievo 3d da APR per la documentazione, l'analisi e il monitoraggio in archeologia*, in *Secondo Convegno Internazionale di Archeologia Aerea. dagli Aerostati ai Droni: le immagini aeree in Archeologia*, Roma, 3-5 febbraio 2016, c.d.s.;
- TACCOLA, PARRA, AMPOLO 2014: E. TACCOLA, M.C. PARRA, C. AMPOLO, *The Sanctuary of Punta Stilo at Kaulonia-Monasterace (RC, Italy): Preliminary Results of the Close Range Photogrammetric Surveys 2012-2013*, in *Close-range Imaging, Ranging and Applications*, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XL-5. ISPRS Technical Commission V Symposium, 23-25 June 2014, Riva del Garda 2014, pp. 559-63;
- Terze Giornate Internazionali 2000: Terze Giornate Internazionali di Studio sull'Area Elima*, Atti del Convegno, Gibellina-Erice-Contessa Entellina, 23-26 ottobre 1997, Pisa-Gibellina 2000;
- YAVIS 1949: C.G. YAVIS, *Greek Altars. Origins and Typology*, Saint Louis 1949.

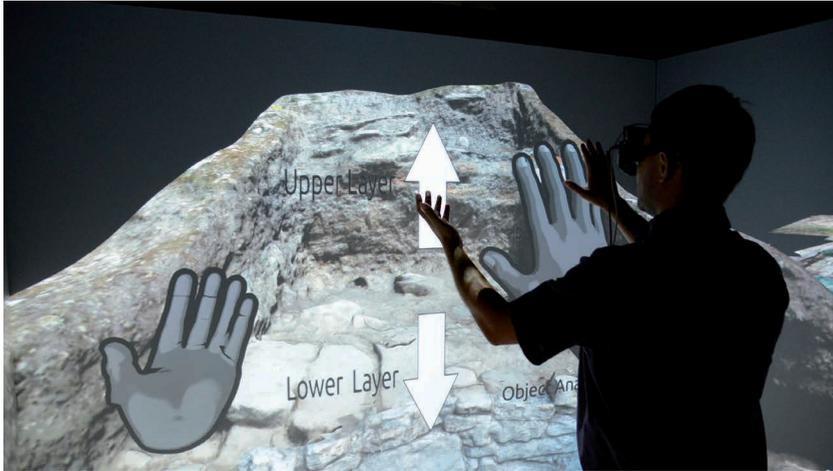


65. Computer grafica: dal disegno 2D al modello 3D. Il caso dell'*agora* di Segesta.
66. La pipeline fotogrammetrica: dalla nuvola di punti alla superficie poligonale texturizzata. Il caso del cippo arcaico con iscrizione da Kaulonia.

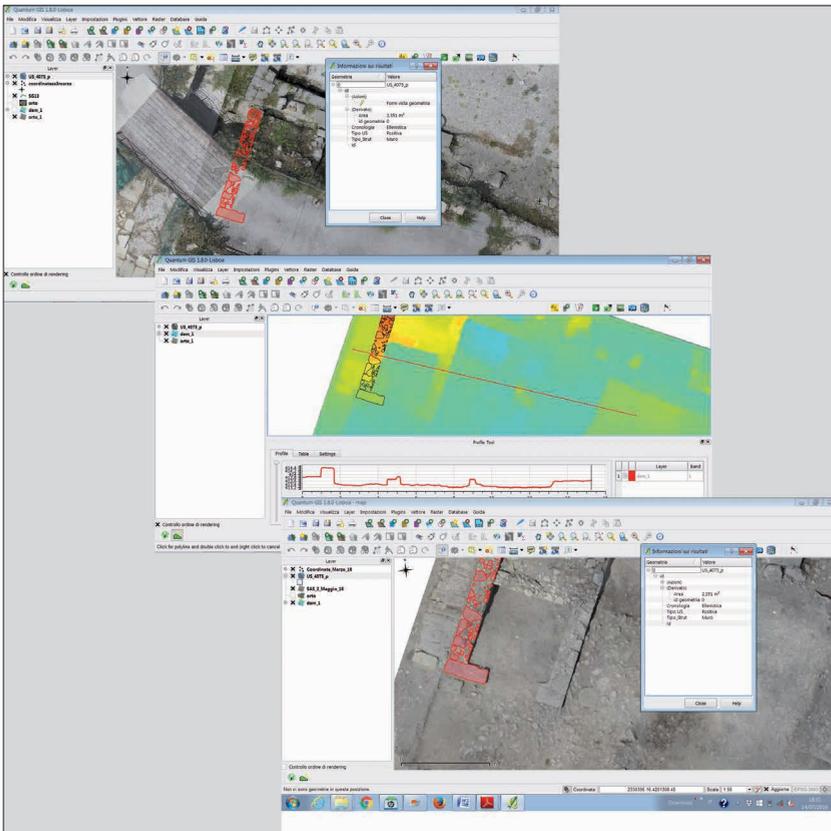
A destra:

67. Modello 3D del santuario di Punta Stilo a Kaulonia ottenuto con rilievo da APR.
68. Modelli *image-based* di alcuni degli strati individuati e scavati durante le indagini nel settore centrale della *stoa* Nord di Segesta.





69. Visualizzazione ed interazione con i modelli dei singoli strati all'interno del Cave for Automatic Virtual Environment del DreamsLab.
70. Visualizzazione ed interazione con i modelli dei singoli strati attraverso l'impiego di Oculus Rift DK2.



71. Modello *image-based* dell'ambiente *alpha* presso l'angolo sudorientale della *stoa* di Segesta.
72. Alcune schermate tratte dal GIS utilizzato nelle indagini dell'*agora* segestana.



Finito di stampare nel mese di dicembre 2016
presso le Industrie Grafiche della Pacini Editore S.p.A.
Via A. Gherardesca • 56121 Ospedaletto • Pisa
Telefono 050 313011 • Telefax 050 3130300
Internet: <http://www.pacineditore.it>

