

LASER-AIDED PROFILER E CERAMICA BIZANTINA: RELAZIONE PRELIMINARE SU METODI E PRATICHE PER LO STUDIO DELLA CERAMICA DI GORTINA DI CRETA

1. ALCUNE PREMESSE

Nel 2021 il Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali dell'Università degli Studi di Siena ha acquistato il Laser-Aided Profiler (d'ora in avanti LAP, <https://www.laseraidedprofiler.com/>), diventando uno dei primi dipartimenti italiani a dotarsi di tale strumento e attestandosi come capofila nella sua implementazione. Questo contributo è il frutto di una valutazione preliminare sul LAP condotta dal Laboratorio sulle Metodologie Archeologiche per il Mediterraneo Tardoantico e Bizantino (MeTa³LaB) presso UniSi. Abbiamo cercato di testare efficacia e limiti del dispositivo LAP da un punto di vista tecnico, al fine di un suo possibile inserimento nell'ecosistema di strumenti applicati alla ricerca archeologica sul campo. Dal momento della sua acquisizione è stato impiegato in diversi contesti di scavo e testato su materiali differenti al fine di chiarirne limiti e benefici in un'ottica di un suo più ampio utilizzo futuro.

Il contesto su cui abbiamo avuto modo di testare il LAP in maniera sistematica è il cosiddetto Quartiere Bizantino del Pythion di Gortina di Creta (denominato per brevità GQB d'ora in avanti), nell'ambito di un progetto di ricerca diretto dal Prof. Enrico Zanini (Università di Siena) in collaborazione scientifica con la Scuola Archeologica Italiana di Atene (SAIA). Questa nostra esperienza si inserisce infatti all'interno di un progetto più ampio condotto dal MeTa³LaB per lo studio dei contesti archeologici che mira a un maggiore dialogo tra piattaforme e database dei sistemi informativi oggi adoperati per la raccolta, gestione e fruizione dei dati archeologici su GQB (Wiki, GIS, BIM, CAD, Zotero, etc.).

Ci siamo quindi posti due domande nel testare lo strumento:

- Come può essere implementato nell'acquisizione, gestione e studio del materiale ceramico di GQB?
- Come può interagire con gli attuali sistemi informativi utilizzati nel progetto GQB?

Nel presente contributo non verranno esposti integralmente i nuovi dati riguardanti GQB e non ci arroghiamo il compito di definire nuove procedure risolutive di disegno della ceramica bizantina in sostituzione di quelle tradizionali, ma piuttosto intendiamo esplorare le eventuali nuove possibilità offerte da uno strumento relativamente nuovo. Va tuttavia specificato che l'introduzione di tecnologie laser o programmi di *clustering* tramite *unsupervised machine*

learning non costituisce propriamente una novità in campo ceramologico (MARA 2009; HINZ, HEITZ 2022; PARISOTTO *et al.* 2022). La novità del LAP va semmai ricercata nel modo in cui il dispositivo coniuga tecnologie note con lo scopo dichiarato di velocizzare il lavoro degli archeologi, a differenza di numerosi altri esempi di strumenti ideati per scopi più ampi e solo successivamente adottati in ambito archeologico – dispositivi GPS, stazioni totali, 3D a luce strutturata. Abbiamo quindi ritenuto valesse la pena approfondire la sperimentazione con una buona dose di interesse e armati di sano scetticismo critico. Abbiamo messo alla prova il LAP portandolo ai suoi limiti, stressandolo e chiedendogli di assolvere a compiti per cui non è stato progettato. Quanto esporremo più avanti è un breve riassunto delle nostre riflessioni derivate da un periodo di test durato circa due anni e ancora in corso.

Negli ultimi decenni abbiamo assistito a numerosi cambiamenti nelle procedure per la documentazione e disegno della ceramica. L'introduzione di strumenti digitali (scanner e computer) e software (Illustrator, Photoshop, CAD) facilitano il lavoro degli studiosi nel processo di produzione di tavole illustrative. Queste nuove adozioni affiancano un sempre più largo utilizzo di tecnologie ausiliarie che arricchiscono la documentazione dei materiali archeologici (fotografia digitale, fotogrammetria e ricostruzione 3D, luce strutturata). Nonostante le novità, la documentazione del materiale ceramico non è stata snaturata nella sua componente fondamentale, ovvero la proiezione ortogonale dell'oggetto tramite disegno manuale. Il processo di riproduzione dei manufatti si basa ancora in larga parte sull'utilizzo di strumenti "analogici" come matita, pettine e carta millimetrata e necessita della mediazione di ceramologi o disegnatori che siano in grado di riconoscere i dettagli da rappresentare e mettere in rilievo. Questo processo è regolato da norme grafiche che mirano a una standardizzazione della documentazione; tuttavia, il raggiungimento di queste regole condivise per il disegno ceramico, almeno in Italia, è una conquista relativamente recente (MASCIONE, LUNA 2007, 87-88; VIDALE 2007, 7-19).

In questa sede non entriamo nel merito del dibattito tra chi insegue l'oggettività e chi invece difende le scelte soggettive del disegnatore (LEONARDI, PENELLO, LEVI 1991, 77-85; PENNACCHIONI 2004, 71-72), ci limitiamo a osservare come nel disegno ceramico l'equilibrio tra la capacità di interpretazione dell'oggetto da parte dell'operatore, la rilevazione oggettiva delle sue caratteristiche morfologiche e la standardizzazione delle regole di rappresentazione sia alla base del confronto tipologico. Questo è il motivo per cui la maggior parte dei prodotti che forniscono un'automazione o assistenza allo studio ceramologico analizzano o mirano a riprodurre – attraverso metodi differenti – la trasposizione assonometrica di un oggetto tridimensionale su un piano (BANTERLE *et al.* 2017; WILCZEK *et al.* 2018; ANICHINI *et al.* 2021). Si tratta di sistemi interessanti e promettenti ma la loro introduzione è spesso accompagnata – a torto o a ragione – dai dubbi della comunità di ricercatori. Non di rado questi



Fig. 1 – Dettaglio del Laser-Aided. In primo piano: proiezione del fascio laser sul frammento. Sullo sfondo: schermata di lavoro del software per la digitalizzazione.

programmi sono caratterizzati da una serie di criticità – limitata possibilità di intervento dell’operatore, dispendio di tempo eccessivo, etc. – che li rendono ancora poco vantaggiosi rispetto al metodo di disegno tradizionale o semplicemente poco interessanti agli occhi degli addetti ai lavori. L’introduzione del LAP suscita nel contesto accademico di settore le stesse perplessità, sia per le modalità di disegno che adotta sia per il costo dello strumento.

Cosa si intende quindi per LAP? Si tratta di un ecosistema composto da apparecchiature elettroniche e programmi che lavorano congiuntamente per riprodurre il disegno di una sezione di un manufatto ceramico (DEMJÁN *et al.* 2023). Il LAP rileva la sezione bidimensionale in un punto scelto dall’operatore tramite la lettura diretta di un fascio laser proiettato sul frammento, a differenza di altri sistemi che partono da una ripresa fotografica del pezzo o da una sua ricostruzione tridimensionale da cui estrapolarla (KARASIK, SMILANSKY 2008; GÖTTLICH *et al.* 2021; GUALANDI *et al.* 2021) (Fig. 1). Questa operazione non è automatizzata ma solo “assistita”, così come nel disegno tradizionale il pettine assiste il disegnatore in fase di rilevazione del profilo del pezzo. Il programma correlato allo strumento (LAP v.4) utilizza quindi il

workflow tipico del disegno tradizionale permettendo all'operatore/ceramologo di intervenire in qualunque punto del processo di disegno, come avviene sul foglio di carta. Il software di disegno è affiancato da un database, *Deposit* (DEMJÁN 2024b), che permette di conservare i dati relativi a ciascun disegno e offre possibilità di espansione tramite l'inserimento di campi personalizzati. Il pacchetto, infine, si correda di un programma di *unsupervised machine learning* per la clusterizzazione delle forme, *CeraMatch* (DEMJÁN 2024a).

2. UN INQUADRAMENTO DI GQB

2.1 *Il quartiere e i suoi contesti*

Al fine di chiarire le motivazioni che ci hanno spinto a esplorare le potenzialità del LAP sulla ceramica protobizantina, vale la pena riassumere brevemente quale sia lo stato della ricerca in GQB e quali i suoi obiettivi programmatici e conoscitivi. Lo scavo occupa una piccola porzione di quella che era la capitale della provincia di Creta. Le indagini iniziate nel 2001, hanno esposto ad oggi una superficie di circa 1600 m², compresa tra due aree monumentali del sito (ZANINI *et al.* 2021, 2022 e bibliografia precedente). Lo scavo si trova infatti a E di strutture santuariali dedicate ad Apollo Pizio e ad O rispetto allo scavo delle c.d. Case Bizantine e del complesso monumentale del c.d. Pretorio. L'obiettivo primario delle ricerche è quello di approfondire la conoscenza di un'area centrale della città antica e al contempo connettere fisicamente e archeologicamente due dei suoi più importanti complessi monumentali. L'operazione si colloca quindi in continuità con le numerose indagini che interessano il cuore della città antica, iniziate alla fine del '800 e ancora in corso (DI VITA 2010, 11-13).

Il contesto in questione – a differenza di quelli immediatamente prossimi – presenta un carattere non monumentale, composto da case e botteghe sorte in età tardoantica. Le evidenze, collocabili cronologicamente tra IV e VIII/IX secolo, sono tra i principali indicatori che gettano nuova luce su alcuni aspetti dell'evoluzione urbana di Gortina in questi secoli. I nuovi edifici gravitano attorno a un asse viario presumibilmente coevo che non sembra riprendere gli allineamenti precedenti – suggeriti dagli edifici di epoca ellenistica e dal reticolo stradale romano ancora visibili. Si tratta dei principali effetti di un profondo cambiamento che attraversa la trama insediativa della città. Nelle prime fasi costruttive sono riconoscibili grandi fabbricati unitari che si affacciano sulla strada ospitano complessi residenziali di dimensioni significative. Successivamente, negli stessi spazi, assistiamo alla realizzazione di abitazioni di varie grandezze, laboratori, botteghe, ambienti di servizio, cortili privati, stalle e spazi aperti. Le trasformazioni fisiche e funzionali che questi edifici subiscono nel corso di circa quattro secoli riflettono cambiamenti sociali, economici e culturali degli individui che li hanno utilizzati per le loro attività quotidiane (ZANINI 2011).

Il Quartiere Bizantino costituisce un contesto archeologico di estremo interesse – e a suo modo unico – in grado di raccontare la complessità dei microfenomeni legati a pratiche quotidiane degli abitanti della città. Tale complessità è veicolata da una notevole quantità di tracce archeologiche. Le indagini sono state condotte con cadenza periodica annuale, seguendo intensità e modalità di approfondimento differenti. Le 1200 unità stratigrafiche – raggruppate in attività più ampie – descrivono i numerosi rifacimenti, realizzazione di nuovi spazi e abbandoni; prodotti e scarti delle azioni di vita domestica che si susseguono nel record archeologico sottoforma di livelli di accumulo.

2.2 La ceramica in GQB: questioni pratiche e teoretiche

A quest'ultima categoria appartengono i grandi quantitativi di materiale metallico, vitreo e lapideo che riempiono cassette e scaffali del deposito dei reperti archeologici, di cui i frammenti ceramici rappresentano la maggioranza assoluta, costituendo da soli circa l'80% del materiale raccolto. A fine campagna 2011 su 210 cassette di materiali ben 173 erano dedicate allo stoccaggio della ceramica e le restanti destinate ad altri materiali. La precaria sostenibilità della gestione dei materiali archeologici è un tema ben noto e comune a molti scavi che si occupano di spazi urbani antichi, caratterizzati da dense stratificazioni di reperti (PENNACCHIONI 2004, 71; COSTA 2016, 24-27).

Un'attenta e ponderata gestione degli spazi di magazzino dal 2011 ad oggi il numero di cassette si è ridotto da 210 a 207; cifra che, anche se apparente poco significativo in senso assoluto, risulta rilevante in considerazione del decennio di ricerche che ha contribuito alle continue acquisizioni di ulteriori manufatti ceramici. La grande quantità di materiale raccolto nel tempo ha in qualche modo influenzato anche metodi e pratiche ceramologiche, dalla raccolta allo studio dei frammenti. Anche per questo motivo, le procedure adottate nella gestione del materiale ceramico in GQB non hanno sempre seguito un andamento unitario e anzi sono state caratterizzate da una reiterata, seppur consapevole, variabilità, tanto nell'acquisizione dei dati quanto nella loro rielaborazione. Si tratta del frutto di un approccio riflessivo, capace di adattare la metodologia di studio al cambiamento delle risorse e dei tempi di cui uno scavo – come quello gortineo – dispone. L'esperienza in GQB ha infatti sempre stimolato riflessioni di carattere epistemologico sulle prassi ceramologiche, sulle potenzialità informative e sui limiti conoscitivi, a partire dall'analisi dei contesti analizzati (ZANINI, COSTA 2011, 34).

Le prime fasi del progetto hanno prodotto una documentazione ceramologica dettagliata e per certi versi iper-analitica, che andava di pari passo con un approccio microstratigrafico. Si trattava infatti di una fase in cui l'area era relativamente ristretta e più gestibile con un grado di documentazione più approfondito. Le fasi successive hanno portato ad espandere notevolmente

l'area di interesse dell'analisi stratigrafica ponendo questioni di carattere logistico-pratico nella gestione del materiale raccolto.

In questo contesto si inserisce il lavoro di Stefano Costa, svolto in occasione di uno studio dottorale, dove è stata prediletta una lettura olistica dei contesti ceramologici, di carattere antropologico-culturale (COSTA 2016). L'analisi così condotta sulle fasi protobizantine si è focalizzata sulla complessità dei contesti domestico-produttivi nel loro insieme. I micro-contesti ceramici sono stati esaminati considerando la totalità delle forme e la loro relazione con lo spazio in cui i frammenti sono stati rinvenuti (COSTA 2017).

La scelta di questo approccio è stata resa possibile dalla compresenza di diversi fattori fondamentali. Il primo è il rinvenimento di contesti – ad oggi 8 quelli attenzionati (Fig. 2) – particolarmente significativi e caratterizzati dall'alto potenziale informativo, che hanno permesso di analizzare la ceramica nelle sue relazioni con strutture, spazi e altri reperti. In secondo luogo, la presenza di numerosi studi ceramologici svolti nel corso della lunga storia degli scavi gortinei ha fornito (ALBERTOCCHI 2009), assieme ai più ampi studi sulla sigillata, alcune coordinate di aggancio per la maggior parte del materiale rinvenuto.

Non di meno, bisogna considerare che la ricchezza di elementi datanti (monete, datazioni al radiocarbonio, etc.) nei contesti in questione ha permesso di svincolare la ceramica dal suo ruolo primario di indicatore cronologico, cui spesso è relegata, per essere invece utilizzata come strumento principale nello studio antropologico degli spazi e della loro dimensione domestica (ZANINI 2011, 45-46; ZANINI, COSTA 2011, 34-35). Tali condizioni hanno permesso, nelle prime fasi del progetto, di non rincorrere l'urgenza della creazione di repertori tipologici e cronotipologici, affidandoli a una fase ulteriore di approfondimento degli studi ceramologici. L'utilizzo di una simile metodologia ha richiesto invece una selezione di specifiche attività che si potessero prestare ad un'analisi approfondita, prediligendo la documentazione di frammenti diagnostici e contestualizzabili a quelli fuori contesto. Ciò ha prodotto risultati di ricerca pregevoli ma allo stesso tempo una documentazione disomogenea, avendo lasciato indietro grandi quantitativi di ceramica ancora in attesa di disegno e digitalizzazione.

N.L.

3. IL LAP IN GQB: TEMPISTICHE E PROCEDURE OPERATIVE

3.1 *Una valutazione dei risultati preliminari*

Come mostrato nel paragrafo precedente, negli studi sui materiali archeologici, il bilancio costi-benefici ha in qualche modo influenzato l'adozione di specifiche procedure e metodi. Nel nostro come in altri progetti operanti oltre i confini nazionali, grava anche l'obbligo di dover gestire la documentazione dei materiali in loco, spesso in concomitanza con le operazioni di ricerca *in situ*. Dover amministrare al meglio forza lavoro, tempi



Fig. 2 – Foto generale della ceramica proveniente da uno dei contesti oggetto di studio.

e fondi influisce inevitabilmente anche sulle operazioni di documentazione del materiale ceramico. Si tratta di una necessità comune a molti scavi che, operando oltre i confini nazionali, hanno a disposizione tempi e risorse più limitati. La portabilità del LAP e la sua potenziale capacità di velocizzare il nostro lavoro di acquisizione e digitalizzazione del materiale ceramico sono i fattori fondamentali che hanno spinto alla sua adozione.

Nell'arco di tempo di 4/5 settimane in cui si concentrano le annuali operazioni di ricerca, il lavoro sui materiali risulta inevitabilmente rallentato. In un periodo ristretto di tempo l'equipe di GQB, composta variabilmente da 5 a 10 membri, deve condurre contemporaneamente sia operazioni in sito sia in laboratorio, intaccando la capacità di processamento/studio dei materiali raccolti. È bene considerare che la nostra équipe non ha avuto la possibilità, negli ultimi anni, di dotarsi di un ceramologo/disegnatore professionista da dedicare esclusivamente alla schedatura del materiale ceramico. Motivo per cui anche il disegno dei frammenti rinvenuti durante le ultime campagne ha subito un brusco rallentamento rispetto al periodo precedente. Attualmente le procedure di documentazione prevedono diversi passaggi. Dalla raccolta i frammenti passano attraverso il lavaggio e una suddivisione grossolana tra ceramiche fini, da fuoco, anfore, etc. In fase di asciugatura viene effettuata una prima ricerca degli attacchi, accompagnata da un'analisi dei pezzi diagnostici più immediatamente riconoscibili. Le operazioni di documentazione e analisi più approfondite sono quindi limitate a manufatti specifici, fornendo supporto

alle fasi interpretative e riflessive delle operazioni conoscitive condotte *in situ* (COSTA 2016, 36-37).

L'introduzione del LAP in queste procedure ha avuto l'obiettivo primario di snellirle e consentire l'ottenimento di risultati finora fuori portata nel breve periodo e da destinare a una fase successiva del progetto. L'adozione dello strumento ci permetterà di vedere come più "umanamente" gestibile la catalogazione e studio di un simile numero di frammenti ceramici. Il suo utilizzo Gortina è iniziato durante la campagna 2022, adottando un approccio che può essere definito come "esplorativo", focalizzato nella fattispecie all'apprendimento dei suoi meccanismi di funzionamento. Per valutare le potenzialità dello strumento si è partiti dalla ceramica già precedentemente studiata che, nell'ottica di un rinnovamento delle metodologie applicate agli studi ceramologici, è stata riesaminata. L'operazione ha avuto un duplice scopo di ri-digitalizzare il materiale ceramico già documentato e permettere ai membri dell'equipe di scavo di prendere dimestichezza con le nuove meccaniche di disegno.

Lavorare in questo modo ha permesso di determinare il grado di affidabilità dello strumento rispetto alle tecniche di disegno tradizionale. In questo senso il lavoro precedentemente condotto da Stefano Costa ci ha fornito un confronto che abbiamo sfruttato come campione di controllo nelle prime fasi di utilizzo del LAP (Fig. 3). Ciò ha consentito di elaborare alcune prime riflessioni. Dopo soltanto poche ore di pratica, la maggior parte dei membri dell'equipe senese aveva acquisito una buona dimestichezza, riuscendo ad elaborare un buon numero di disegni in pochi minuti. Inoltre, lavorare su oggetti già analizzati e studiati in precedenza ha reso la fase di apprendimento tecnico dell'utilizzo del LAP un momento didattico per i membri più giovani e inesperti del gruppo di ricerca.



Fig. 3 – In alto: disegno di scodella in sigillata focese realizzato tramite procedimento tradizionale (COSTA 2016). In basso: disegno dello stesso frammento effettuato tramite LAP.

Nel corso della campagna di studi del 2022 sono stati disegnati, digitalizzati e fotografati 271 frammenti ceramici, completando il lavoro in circa due settimane. La campagna del 2023, invece, ha permesso di sfruttare in modo più intensivo il profilatore laser, grazie all'alternanza di due operatori già formati nel suo utilizzo e dotati di una solida esperienza nella classificazione ceramica. In questa seconda fase di sperimentazione si è deciso di prendere nota analiticamente delle tempistiche, al fine di compararle con quelle del disegno manuale fin ora adottato. In un periodo di tre settimane, per un totale di 8 ore di lavoro 5 giorni alla settimana, sono state disegnate 414 forme ceramiche. Queste, unite alle 271 già disegnate nella campagna precedente, costituiscono ad oggi un campione di 685 disegni. La media massima giornaliera si è attestata sugli 80/85 disegni, completi di schedatura e corredati di relativa fotografia, nel caso del nostro migliore operatore.

L'utilizzo del LAP ha quindi comportato un miglioramento notevole della velocità di documentazione. Prima della sua introduzione, utilizzando le

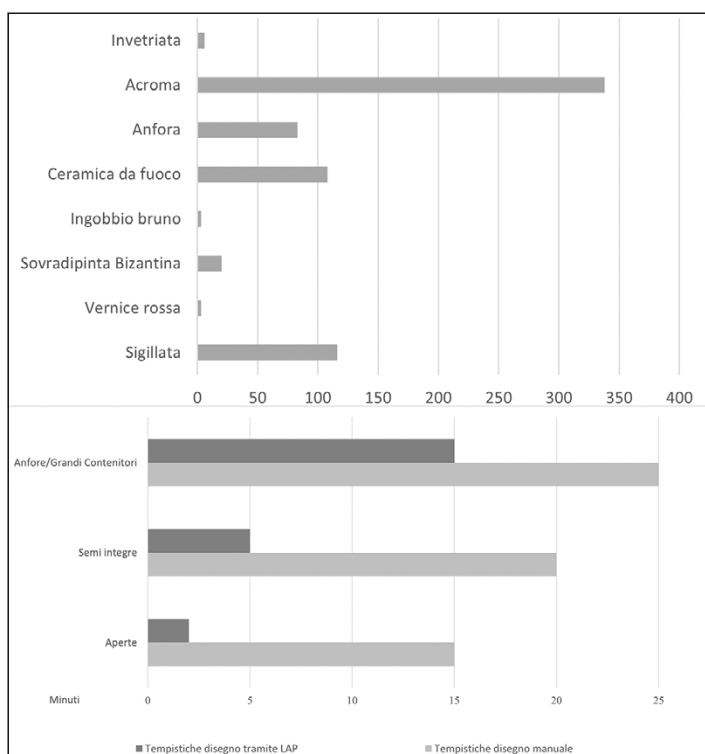


Fig. 4 – In alto: totalità degli oggetti disegnati divisi per classe di appartenenza. In basso: tabella riassuntiva delle tempistiche di digitalizzazione LAP/disegno tradizionale.

tecniche di disegno convenzionali, un singolo disegnatore della nostra equipe realizzava in media tra i 20/25 disegni, in circa 8 ore di lavoro. Va tuttavia considerato che in quel monte ore non sono calcolate le tempistiche utili alla digitalizzazione e vettorializzazione dei disegni e allo scatto di eventuali fotografie di corredo. In particolar modo, le tempistiche di disegno con il LAP sono state abbattute notevolmente nel caso di frammenti di piccole dimensioni e di disegnatori mediamente esperti. Con il disegno manuale, infatti, occorre circa 15/20 minuti, mentre con l'ausilio del LAP, occorrono circa 2/3 minuti, inclusa la digitalizzazione e la fotografia del frammento.

Per il disegno delle forme semi integre o più complesse, abbiamo cronometrato un tempo medio tra i 4/5 minuti, a fronte dei 15/20 minuti medi registrati con il disegno manuale, per una diminuzione di circa l'80% dei tempi di lavoro. Allo stesso modo si ha un netto miglioramento delle tempistiche con frammenti di anfore o di grandi contenitori, con circa 10/15 minuti per il disegno tramite LAP, con la relativa digitalizzazione e fotografia del frammento, a fronte di 20/25 minuti con il disegno manuale, per una riduzione delle tempistiche del 40% circa. Questo confronto tra tempistiche è relativo principalmente ai due differenti metodi di disegno, tuttavia, con il LAP sono incluse sia la digitalizzazione che la fotografia del pezzo, motivo per cui, si deve andare a sommare altro tempo aggiuntivo per la realizzazione definitiva, corredata di foto (Fig. 4).

3.2 I limiti tecnici

Come qualsiasi altro strumento, il LAP non è esente da problematiche di tipo tecnico o legate all'usura, con cui ci siamo confrontati durante il periodo di prova. Alcuni limiti sono risolvibili tramite l'adozione di procedure specifiche, altre tramite il rilascio di patch software (su cui i produttori lavorano costantemente), altri ancora tuttavia risultano difficilmente superabili, essendo legati a limiti strutturali risolvibili solo tramite modifica *hardware*.

Il primo limite di natura strutturale è legato alle dimensioni massime dei frammenti digitalizzabili, che sono di massimo 250×100 mm – dato dichiarato dalla fabbrica. Ma come fanno notare gli stessi produttori la soluzione a questo problema, in caso di oggetti più grandi, risiede nell'utilizzo uno strumento di *stitching* che permette di digitalizzare e “cucire” più parti dello stesso oggetto in più riprese per poi unirle nella medesima sezione (DEMJÁN *et al.* 2023, 3). Tale soluzione nel nostro caso ha tuttavia dilatato i tempi di digitalizzazione del pezzo, rendendo il disegno tramite LAP meno vantaggioso rispetto a metodi tradizionali.

All'impiego del laser su superfici particolarmente riflettenti o assorbenti – come quelle proprie della ceramica sigillata o vernice nera, etc. – è stata riscontrata parziale perdita di accuratezza. Il software di disegno, nonostante gli strumenti di gestione della sensibilità che mette a disposizione, ha permesso

una restituzione più accurata della sezione solo in condizioni di luce favorevoli. Lo stesso problema tende a riproporsi anche con elementi invetriati, sui quali tuttavia non sono state condotte esaustive sperimentazioni in virtù della carenza di tale classe nel nostro set di materiali. Una possibile soluzione è il trattamento preliminare del pezzo tramite l'utilizzo di prodotti specifici, gesso, talco e nero fumo. Gli stessi produttori suggeriscono l'utilizzo di spray opacizzanti ideati per scansioni 3D, facilmente rimovibili; un sistema che si è rivelato particolarmente utile anche per la digitalizzazione di oggetti non ceramici come metalli e vetri, altrimenti impossibili da rilevare per lo strumento.

La duplice inquadratura del laser rivela invece i suoi limiti in caso di forme complesse (orli uncinati, forme arcuate, anse, etc.), intere o ricostruite che, in fase di posizionamento, tendono a oscurare parte del fascio luminoso che non riesce a raggiungere tutta la lunghezza dei profili interni ed esterni. Sebbene le procedure per una restituzione di tali forme che si siano rivelate comunque efficaci esse non risultano particolarmente efficienti. Come riportato dagli stessi produttori (DEMJÁN *et al.* 2023, 15), il dispositivo lavora solo pezzi simmetrici. Questo il suo utilizzo limitato in casi come il nostro in cui abbiamo a che fare anche con forme che richiedono una rappresentazione asimmetrica – come brocche trilobate metà – o un'inclinazione specifica. Infine, è giusto ricordare quello che non è propriamente un limite, quanto una caratteristica. Lo strumento non è progettato per la digitalizzazione di decorazioni complesse e articolate (figure, stampigli, graffiti, appliques, etc.). Esso si concentra infatti sulla digitalizzazione delle qualità morfologiche generali del pezzo evitando esplicitamente di occuparsi dell'apparato decorativo (DEMJÁN *et al.* 2023, 1-2).

Queste due caratteristiche vanno tuttavia tenute in considerazione al momento del suo utilizzo su set ceramici come il nostro. Molti dei frammenti rinvenuti nel contesto di GQB presentano decorazioni più o meno complesse, la cui registrazione è fondamentale ai fini di uno studio ceramologico. In particolare, per quelle classi e forme in cui i confronti sono legati più all'analisi delle decorazioni che al confronto morfologico, come nel caso della sovra-dipinta bizantina. Per non uscire dall'ecosistema LAP, la cattura di una fotografia tramite la fotocamera del dispositivo può in qualche modo sopperire a questa mancanza; tuttavia, nel nostro caso specifico solo il disegno integrativo tramite metodi tradizionali o digitali risulta veramente efficace ai fini di una accurata documentazione.

Al momento non disponiamo di certezze sui “tempi di vita” del LAP, ovvero, non abbiamo informazioni sulla sua resistenza a lunghi periodi di utilizzo. Un'inevitabile usura meccanica è visibile su alcune e componenti dello strumento, dovuta in massima parte ai ripetuti spostamenti e rimontaggi, che tuttavia non ha invalidato il suo funzionamento.

L.C.

4. RIFLESSIONI PRELIMINARI E PROSPETTIVE

4.1 *Uno standard accurato?*

Limitatamente alla nostra esperienza, il LAP ha dato risultati preliminari interessanti, sebbene parziali e passibili di approfondimento. Lo strumento si è rivelato valido nella digitalizzazione di grandi quantitativi di ceramica comune, grezza o fine, solo se prive di decorazioni. Nel nostro caso specifico ha abbattuto notevolmente i tempi di documentazione mantenendo standard qualitativi soddisfacenti. Non sarebbe irrealistico pensare che il LAP potrà trovare un valido impiego nelle procedure di digitalizzazione di selezionati contesti e forme ceramiche. Si potrebbe immaginare una sua applicazione più adeguata in contesti contraddistinti da grandi quantità di ceramica standardizzata e priva di decorazioni, il che potrebbe rendere più sostenibile lo studio di materiali giacenti nei depositi e ancora in attesa di documentazione. Non siamo in grado di stabilire i risvolti effettivi a lungo termine dell'utilizzo di questo strumento; tuttavia, è possibile affermare che nel nostro caso ci stia aiutando nel mantenimento di uno standard minimo di documentazione annuale al termine di ogni campagna. I risultati che quindi il LAP è in grado di fornire sono fortemente condizionati dagli obiettivi della ricerca e dalla tipologia di materiale con cui si decide di utilizzarlo.

Nonostante sia azzardato parlare del dispositivo in termini sensazionalistici, esso costituisce un primo passo nella giusta direzione. Si tratta di un prototipo promettente, che merita l'attenzione degli esperti del settore, nell'attesa che in futuro possa essere oggetto di migliorie e integrazioni. Limitatamente alle potenzialità di rappresentazione, e al netto dei limiti tecnici che abbiamo tentato di tracciare, è indubbio che il LAP rappresenti uno strumento di elevata precisione – maggiore rispetto al comune pettine – che fornisce un elevato grado di oggettività nell'acquisizione dei profili, a patto di conoscere le procedure corrette di disegno. Questa sua caratteristica, unitamente alla standardizzazione delle procedure di cattura, porta ad una riduzione dell'errore umano in fase di disegno, comunemente dovuto all'inesperienza o soggettività del disegnatore. Tuttavia, essendo un processo assistito e non automatizzato, il fattore umano resta presente; il disegno di uno stesso pezzo non verrà mai replicato allo stesso modo ma sarà il risultato delle scelte e delle capacità dell'operatore di turno. Dopo un numero ragionevole di iterazioni abbiamo potuto appurare che persiste una diversità oggettiva tra disegni tradizionali e assistiti, ma tramite un attento controllo anche un eventuale errore della macchina può essere gestito e ridotto al minimo (Fig. 5).

A nostro parere uno degli ambiti in cui le proprietà tecniche di questo strumento possono essere meglio applicate è il disegno di reperti particolarmente inadatti alle procedure tradizionali di disegno. L'utilizzo del pettine a denti metallici risulta particolarmente rischioso in caso di pareti sottili, vetri

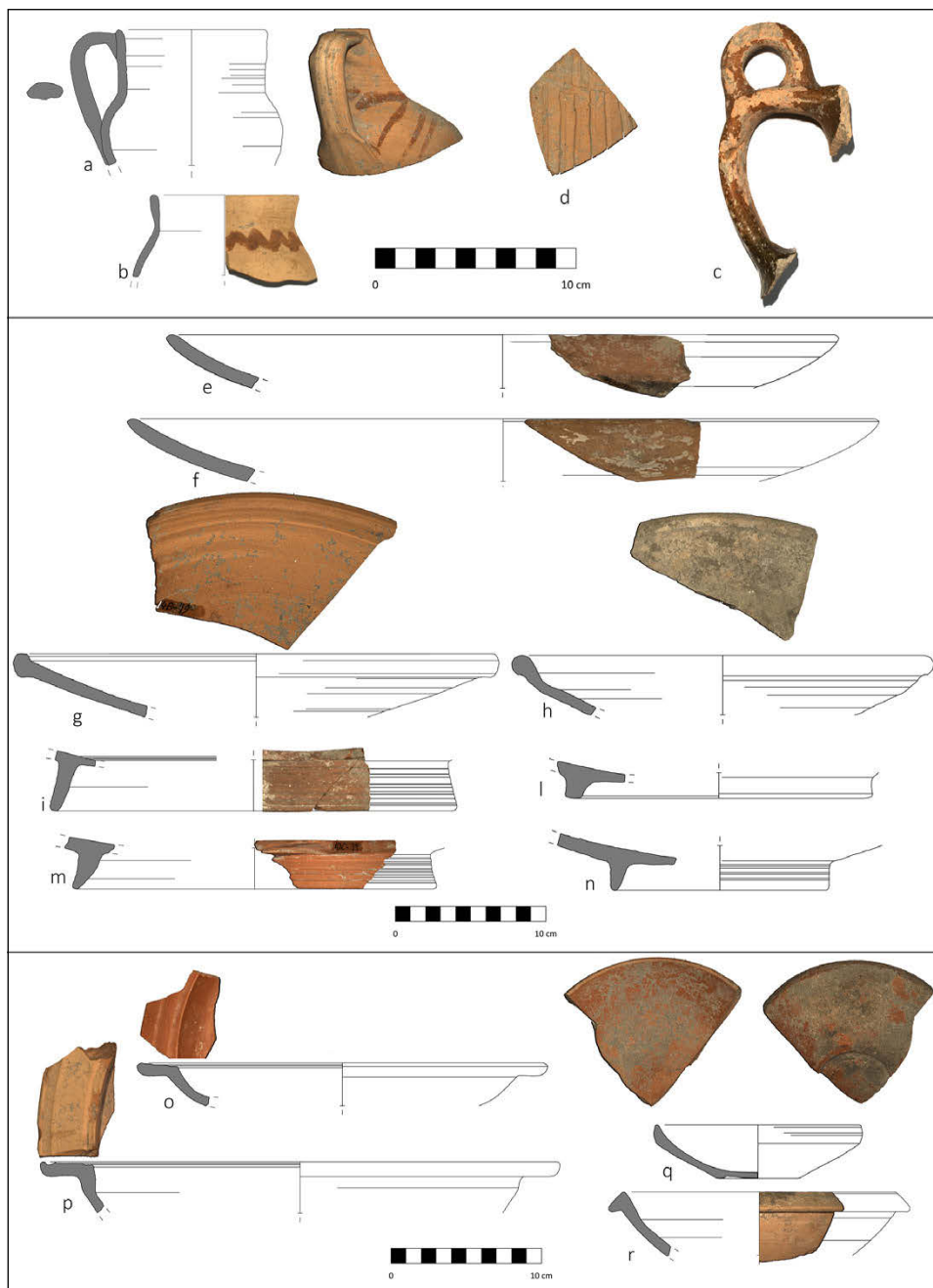


Fig. 5 – Tavola esemplificativa di ceramica proveniente da un contesto documentato disegnata con LAP.

e altri materiali fragili. Il laser invece permetterebbe la ripresa dei pezzi – se opportunamente trattati – attraverso un processo che non prevede il contatto diretto con la superficie dell’oggetto, pur rilevandone con estrema precisione le caratteristiche morfologiche della sezione. In generale lo strumento, per le sue caratteristiche, si potrebbe prestare ad una serie di usi per cui non è stato concepito, come la documentazione di altri tipi di materiale archeologico, per cui ci riserviamo di continuare la sperimentazione.

4.2 *L’integrazione dei sistemi di fonti archeologiche: non una semplice gestione dati*

I notevoli benefici del LAP nello studio ceramologico, in particolare per l’assistenza al disegno, non rappresentano né l’unico né il principale contributo che questa tecnologia apporta all’analisi archeologica dei contesti. Un contributo scientifico rilevante risiede nella capacità del LAP di raccogliere e processare una grande quantità di dati. Le potenzialità più interessanti – e ancora in gran parte inesplorate – offerte da questo e altri strumenti applicati allo studio dei contesti ceramologici risiedono nella possibilità di integrare tali dati con altri sistemi informativi.

Un aspetto che merita ulteriori indagini è l’analisi non supervisionata dei cluster di forme ceramiche, la quale potrebbe aprire la strada a studi tipologici basati sui nostri dataset. Sebbene non abbiamo ancora avuto modo di testare appieno le potenzialità di questo sistema sulla ceramica proveniente dal nostro scavo, il lavoro finora svolto ha consentito di gettare le basi per una futura applicazione del software *CeraMatch*.

Inoltre, la possibilità di creare un database adattivo, facilmente aggiornabile e modificabile, che possa rispondere alle mutevoli esigenze documentative del progetto, rappresenta una base solida per nuove analisi integrate su base tipologica. L’introduzione del LAP ha stimolato riflessioni sulla progettazione di una banca dati capace di interagire con altri software attualmente in uso, consentendo di interpolare i dati ceramologici contenuti in Deposit con quelli spaziali presenti nella piattaforma GIS di scavo (SCOZ in questo volume). Simili procedure potrebbero costituire la chiave per nuove analisi spaziali di carattere antropologico-culturale, basate su dati ceramologici misurabili.

N.L., L.C.

NICOLA LAPACCIANA

Dipartimento di Scienze dell’Antichità
Sapienza Università di Roma
nicola.lapacciana@uniroma1.it

LUCA CIAVATTINI

Università degli Studi di Siena
lucaciavattini@gmail.com

BIBLIOGRAFIA

- ALBERTOCCHI M. 2009, *La ceramica d'uso comune a Gortina tra passato e futuro. Acquisizioni e nuove prospettive*, «LANX. Rivista della Scuola di Specializzazione in Beni Archeologici-Università degli Studi di Milano», 4, 87-102 (<https://doi.org/10.13130/2035-4797/499>).
- ANICHINI F., DERSHOWITZ N., DUBBINI N., GATTIGLIA G., ITKIN B., WOLF L. 2021, *The automatic recognition of ceramics from only one photo: The ArchAIDE app*, «Journal of Archaeological Science: Reports», 36, 102788 (<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102788>).
- BANTERLE F., ITKIN B., DELLEPIANE M., WOLF L., CALLIERI M., DERSHOWITZ N., SCOPIGNO R. 2017, VASESKETCH: Automatic 3D representation of pottery from paper catalog drawings, in *Proceedings 2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR) (Kyoto 2017)*, 683-690 (<https://doi.org/10.1109/ICDAR.2017.117>).
- COSTA S. 2016, *La ceramica in una società del Mediterraneo protobizantino: microstorie di persone e cocci dal Quartiere Bizantino del Pythion di Gortina*, Università di Siena, Tesi di Dottorato.
- COSTA S. 2017, *An archaeology of domestic life in early byzantine Gortyna: Stratigraphy, pots and contexts*, in D. DIXNEOUF (ed.), *LRCW 5, International Conference on Late Roman coarse wares, cooking wares and amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry*, Études alexandrines, 42/43 Alexandrie, Centre d'Études Alexandrines, 711-722 (<https://doi.org/10.31235/osf.io/j9fn2>).
- DEMJÁN P., PAVÚK P., ROOSEVELT C.H. 2023, *Laser-Aided Profile measurement and cluster analysis of ceramic shapes*, «Journal of Field Archaeology», 48.1, 1-18 (<https://doi.org/10.1080/00934690.2022.2128549>).
- DI VITA A. 2010, *Gortina di Creta: Quindici secoli di vita urbana*, Bibliotheca archaeologica 45, Roma, L'Erma di Bretschneider (<http://digital.casalini.it/9788891310682>).
- GÖTTLICH F., SCHMITT A., KILIAN A., GRIES H., BADRESHANY K. 2021, *A new method for the large-scale documentation of pottery sherds through simultaneous multiple 3D model capture using Structure from Motion: Phoenician carinated-shoulder amphorae from Tell el-Burak (Lebanon) as a case study*, «Open Archaeology», 7.1, 256-272 (<https://doi.org/10.1515/opar-2020-0133>).
- GUALANDI M.L., GATTIGLIA G., ANICHINI F. 2021, *An open system for collection and automatic recognition of pottery through Neural Network Algorithms*, «Heritage», 4.1, 140-159 (<https://doi.org/10.3390/heritage4010008>).
- HINZ M., HEITZ C. 2022, *Unsupervised classification of Neolithic pottery from the northern Alpine space using t-SNE and HDBSCAN*, «Open Archaeology», 8.1, 1183-1217 (<https://doi.org/10.1515/opar-2022-0274>).
- KARASIK A., SMILANSKY U. 2008, *3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: Practice and theory*, «Journal of Archaeological Science», 35.5, 1148-1168 (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.008>).
- LEONARDI G., PENELLO G. 1991, *Il disegno archeologico della ceramica e altri problemi*, Padova, Dipartimento di scienze dell'antichità, Università degli studi di Padova.
- MARA H. 2009, *Pottery plotted by Laser - 3D acquisition for documentation and analysis of symmetry of ancient ceramics*, in M. REINDEL, G.A. WAGNER (eds.), *New Technologies for Archaeology: Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru*, Natural Science in Archaeology, Berlin-Heidelberg, Springer, 379-390 (https://doi.org/10.1007/978-3-540-87438-6_22).
- MASCIONE C., LUNA A. 2007, *Il disegno archeologico della ceramica*, in *Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti* (ed.), *Introduzione allo studio della ceramica in archeologia*, Firenze, Centro Editoriale Toscano sas, 87-99.

- PARISOTTO S., LEONE N., SCHÖNLIEB C.-B., LAUNARO A. 2022, *Unsupervised clustering of Roman potsherds via Variational Autoencoders*, «Journal of Archaeological Science», 142, 1-12 (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2022.105598>).
- PENNACCHIONI M. 2004, *Metodologie e tecniche del disegno archeologico: manuale per il disegno dei reperti archeologici*, Futuro Anteriore, 2, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- VIDALE M. 2007, *Ceramica e archeologia*, Bussole, Roma, Carocci Editore.
- WILCZEK J., MONNA F., JÉBRANE A., CHAZAL C.L., NAVARRO N., COUETTE S., SMITH C.C. 2018, *Computer-assisted orientation and drawing of archaeological pottery*, «Journal on Computing and Cultural Heritage», 11.4, 1-17 (<https://doi.org/10.1145/3230672>).
- ZANINI E. 2011, *Uomini e 'cocci': i contesti ceramologici del Quartiere Bizantino del Pythion in una prospettiva antropologica*, in G. BEJOR, E. PANERO (eds.), *La ceramica di Gortina (Creta). Atti del convegno (Milano 2009)*, «LANX», 4, 44-72 (<https://doi.org/10.13130/2035-4797/496>).
- ZANINI E., COSTA S. 2011, *Ceramica e contesti nel Quartiere Bizantino del Pythion di Gortina (Creta): alla ricerca della "complessità" nella datazione*, in M.A. CAU, P. REYNOLDS, M. BONIFAY (eds.), *LRFW 1. Late Roman Fine Wares: Solving Problems of Typology and Chronology. A Review of the Evidence, Debate and New Contexts*, Oxford, Archaeopress, 33-44.
- ZANINI E., GIORGI E., LAPACCIANA N., LUPPINO L., PICCIOLA S., SCOZ J. 2022, *Ricerche sulle fasi tardoantiche e protobizantine del Pythion di Gortina di Creta*, «Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente», 100.2, 59-87.
- ZANINI E., GIORGI E., LAPACCIANA N., LUPPINO L., SCOZ J. 2021, *Indagini archeologiche nell'area del Quartiere Bizantino del Pythion di Gortina: settima relazione preliminare (campagne 2016-2021)*, «Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente», 99.2, 74-98.

SITOGRAFIA

- DEMJÁN P. 2024a, *demjanp/CeraMatch* (<https://github.com/demjanp/CeraMatch>).
- DEMJÁN P. 2024b, *demjanp/deposit* (<https://github.com/demjanp/deposit>).

ABSTRACT

Pottery studies are traditionally linked to methods of surveying and manual documentation of ceramic material. Only recently have they been impacted by the introduction of many auxiliary digital tools (digital cameras, 3D modelling software, etc.) in the last two decades. This contribution presents our preliminary results regarding one of the most recently utilised tools in ceramological studies, the Laser Aided Profiler (LAP). We applied this tool to analyse pottery from the archaeological site of the Byzantine neighbourhood near Pithyon in Gortyn, Crete (GQB). LAP has proved very effective in speeding up the on-site digitalisation of pottery drawing. During this experience, however, we were also faced with a new series of difficulties, trying to push the LAP to its limits. The drawing of complex shapes or specific textures was somehow unsuitable for the instrument. We intend to delve into the empirical methods and practices adopted in the early stages of approaching the use of LAP in GQB, exposing problems and expectations for its use by studying the different types of Gortyn materials.