

DIGITALIZZAZIONE DI ARCHIVI E DI ARCHITETTURE STORICHE NELLE CITTÀ DI DANZICA (PL) E VALENCIA (ES): IL PROGETTO EUROPEO “PROMETHEUS”

1. INTRODUZIONE

Delineare un percorso culturale implica dare forma a un paesaggio, un compito che richiede la definizione di qualcosa di inizialmente sfumato, comprendente frammenti di un mosaico poco chiaro, ma intriso di storia e significato. Questo fenomeno culturale si materializza in ogni territorio attraverso una successione di eventi nel tempo, mentre il percorso culturale cerca di riconnettere gli elementi di spazio e tempo. Esplora il legame tra tradizione e materia – quest’ultima intesa non solo come aspetto fisico ma come esistenza – insieme a un’analisi critica delle peculiarità che potrebbero caratterizzare ciascun evento all’interno del sistema preso in esame. Tuttavia, studiare i percorsi culturali richiede un’indagine approfondita per definire chiaramente l’oggetto di studio, stabilire confini e limiti, e successivamente individuare descrizioni per sintetizzare le sue singolarità (PICCHIO *et al.* 2020).

Il progetto PROMETHEUS H2020¹ coinvolge numerosi ricercatori che lavorano sul tema degli itinerari culturali. L’eterogeneità delle loro competenze e la particolarità dei loro ambiti di ricerca contribuiscono, nell’ambito del progetto, a riunire una molteplicità di prospettive e individuare esperienze individuali e percorsi narrativi distintivi, plasmando in definitiva il paesaggio reale-ideale di ciascun percorso culturale. Nel corso del progetto sono stati esaminati tre casi studio diversi dal punto di vista geografico, storico e architettonico. Questi includono le chiese della regione dell’Upper Kama in Russia (MAKSIMOVA, SEMINA 2020, 2020a; PARRINELLO 2020; PARRINELLO, CIOLI 2020; DELL’AMICO 2022), i siti associati alla conquista di Giacomo I d’Aragona nella provincia di Valencia in Spagna (DE MARCO, PETTINEO 2022), e le fortificazioni nella città di Danzica, in Polonia (due volumi in corso di stampa). Questi casi di studio variano in dimensioni, dagli estesi territori russi allo spazio urbano più compatto di Danzica. È cruciale sottolineare il ruolo delle eredità storiche e culturali nei casi di studio, che coinvolgono complessi fenomeni architettonici, dimostrando il valore intrinseco degli itinerari culturali. Questi siti sono stati influenzati da una molteplicità di eventi storici, che hanno dato vita a scambi e trasformazioni culturali significativi. L’influenza

¹ Il progetto PROMETHEUS, PROtocols for information Models librariEs Tested on HERitage of Upper Kama Sites è finanziato dal programma EU Horizon 2020-RISE-Research & Innovation Staff Exchange Marie Skłodowska-Curie (convenzione di sovvenzione n. 821870).

della cultura portata dai cavalieri teutonici insieme all'impatto dato poi delle culture tartare e moresche, ha modellato profondamente il paesaggio costruito. Queste interazioni hanno catalizzato cambiamenti nel linguaggio, nelle decorazioni e nei motivi stilistici, generando nuove forme, modelli e simboli distintivi che hanno arricchito e personalizzato il contesto architettonico. Inoltre, è stato considerato attentamente il fattore tempo in tali casi di studio, che comprende sia il periodo di costruzione di queste tracce architettoniche sia la durata durante la quale si diffondono i fenomeni culturali, perché sono significative la stabilità e la persistenza di queste contaminazioni incrociate nel tempo. Documentare e preservare il patrimonio culturale rappresenta l'obiettivo primario dei ricercatori, il quale mira a rappresentare il CHR con il massimo valore culturale possibile (DE MARCO, DELL'AMICO 2020). Gli itinerari culturali, esaminati attraverso le strutture architettoniche (PARRINELLO 2020a), aspirano a un paradigma ideale di patrimonio, generando scenari immaginativi. Nonostante la narrazione sia fondamentale per esprimere il percorso culturale, essa intrinsecamente assume una struttura e un ordine che possono contrastare con il paradigma. Tuttavia, in questo contesto, la creatività detiene il potere di ridefinire i confini dell'autenticità e di affrontare questioni sociali complesse, promuovendo una mentalità aperta e consapevole.

2. DANZICA (PL), DIGITALIZZAZIONE DELL'ARCHIVIO CARTOGRAFICO E RILIEVO DELL'ANTICA ARCHITETTURA MILITARE DEL CONTESTO URBANO

L'acqua ha sempre giocato un ruolo significativo nel collegare le fortificazioni, con il fiume che funge da motore per il sistema difensivo della città, collegato all'ampio porto sul Mar Baltico. Nel corso della storia, la costruzione di canali artificiali e le successive modifiche hanno alterato il tessuto urbano originale della città, creando isole e quartieri collegati dall'acqua. Le fortificazioni (Fig. 1), posizionate lungo il fiume e intorno al centro storico, talvolta sono difficili da ricollocare negli spazi moderni, eccezion fatta per il perimetro delle antiche mura medievali del centro storico trecentesco. Pertanto, un ruolo fondamentale è stato giocato proprio dalla ricerca storica, dalla consultazione della cartografia storica, che ha poi consentito una migliore connotazione storica degli spazi e dei monumenti esistenti. Grazie alla generosità e disponibilità delle autorità locali (Fig. 2), per comprendere meglio l'evoluzione di questo sistema difensivo medievale, abbiamo avuto l'opportunità di scansionare le mappe antiche, stampe, e disegni ad acquerello conservati nell'archivio cittadino (Biblioteca dell'Accademia Polacca di Danzica). L'archivio cittadino è stato bombardato durante la II Guerra Mondiale e molti documenti anteriori al XVII secolo sono stati perduti. Tuttavia, alcuni sopravvissuti rappresentano la città durante il periodo medievale, oppure sono seicenteschi, come, per esempio, la pianta della città del 1619 di *Cornelius*

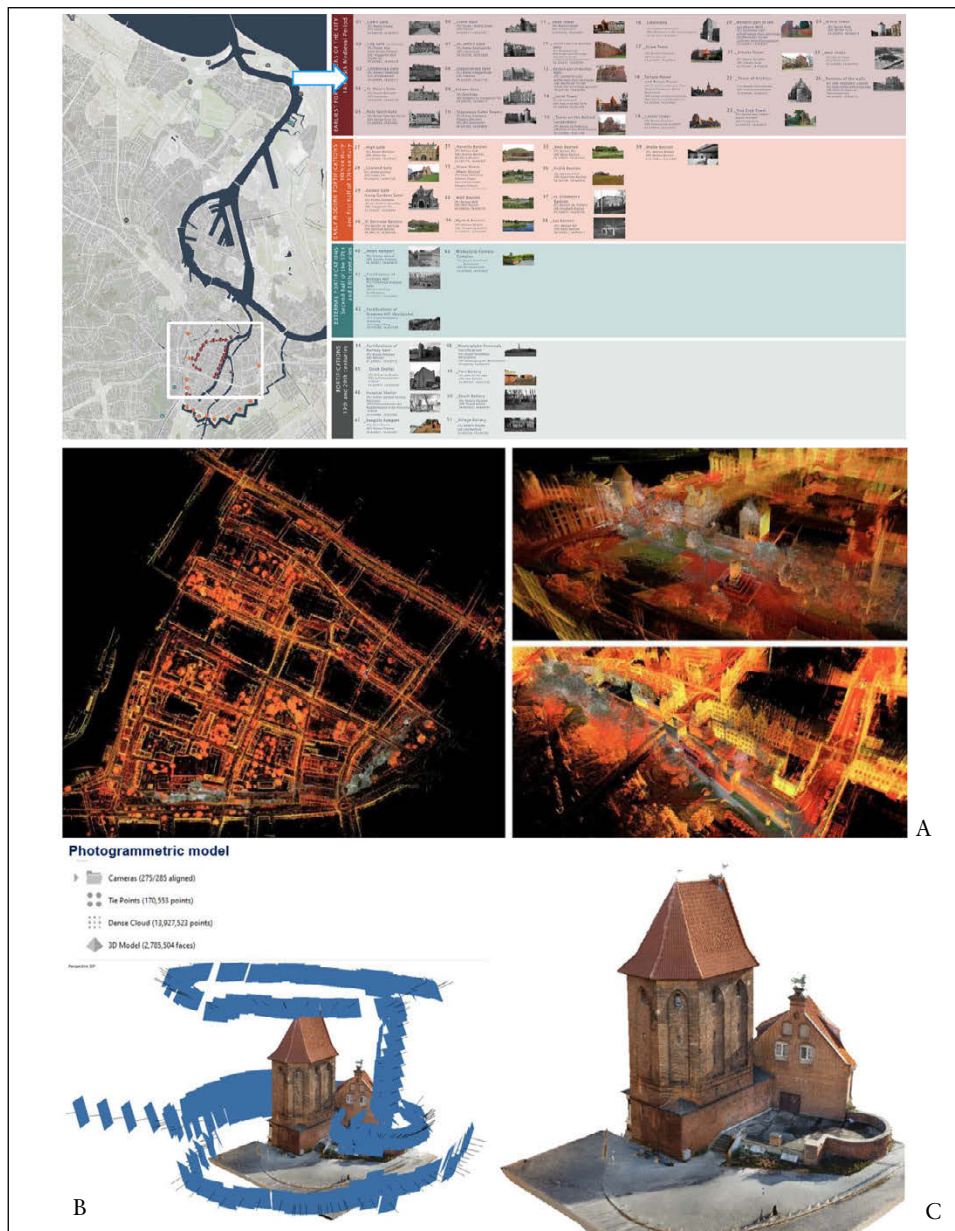


Fig. 1 – A) Pianta e tabella con le fortificazioni storiche di Danzica posizionate lungo il fiume e intorno al centro storico; B) rilievo 3D (nuvola di punti) del centro storico di Danzica e delle sue fortificazioni ottenute da strumenti TLS (laser scanner terrestre) e MLS (laser scanner mobile); C) scansioni 3D delle torri medievali ottenute con fotogrammetria terrestre e da drone.



Fig. 2 – A) Le mappe antiche, stampe e disegni ad acquerello conservati nell'archivio cittadino (Biblioteca dell'Accademia Polacca di Danzica); B) digitalizzazione di documenti 2D scansionati con tecnica fotogrammetrica; C) acquisizione con tecnica gigapixel.

Van den Bosch, che progetta e realizza le fortificazioni a bastioni occidentali; o altri successivi che integrano il paesaggio del tempo con quello medievale come, per esempio, la vista di *Zbierski* del 1964 (*Port Gdansk w X-XIII wieku – The port of Gdańsk in the 10th-13th centuries*). Su questi importanti reperti abbiamo potuto sperimentare nuove tecniche di ripresa per la digitalizzazione di documenti 2D (Fig. 2): abbiamo scansionato con tecniche fotogrammetriche elementi non tridimensionali ed esportato la vista ortografica del manufatto. Dalla scansione tridimensionale è stata dapprima calcolata la texture sul DEM (Digital Elevation Model) e poi è stata esportata una ortofoto del modello con vista zenitale. L'ortofoto, in seguito, è stata ulteriormente elaborata con un algoritmo di rigenerazione e ricampionamento dell'immagine per poterne decuplicare la risoluzione. Il risultato è stato sorprendente perché ha permesso di poter apprezzare ogni minimo dettaglio delle immagini stampate originali senza perdere risoluzione.

Inoltre, l'acquisizione è stata anche predisposta per utilizzare la tecnologia gigapixel (Fig. 2). Le fotografie ottenute vengono elaborate e unite tra loro tramite un algoritmo che le seleziona e le organizza in base alla loro sovrapposizione e alla distanza tra la camera e il soggetto. Il risultato è una giga foto, un'immagine "piramidale" che non perde risoluzione anche a livelli di zoom elevati (fino a 700 milioni di pixel). Questo intervento ha permesso di ampliare la banca dati digitale dell'archivio cittadino, per la valorizzazione di questo percorso culturale e sarà molto utile anche a fini di studio, non solo per il progetto stesso, ma anche per il futuro. Inoltre, questo intervento è stato poi fondamentale per l'identificazione delle fasi di costruzione della città e delle sue fortificazioni.

2.1 *Ecosistema militare urbano: storia e rilievo indiretto*

Le prime fortificazioni della città, edificate nei secoli X-XIII (per questo periodo di veda *STANKIEWICZ, SZERMER 1959*), sono note solo dai resti rinvenuti nei siti archeologici e dai laconici accenni nelle cronache storiche. Le fortificazioni della roccaforte e dell'insediamento vengono rafforzate dopo l'incorporazione di Danzica nello stato di *Mieszko I* e *Bolesław il Coraggioso*. Il borgo artigianale e portuale si trasforma poi in una città con proprie fortificazioni in legno e terra, che nel 1271 vengono demolite dal principe *Mściwoj II* per complessi motivi geopolitici. Nel 1295 *Przemysł II* permette ai cittadini di erigere nuove fortificazioni, probabilmente ancora in legno e terra.

La presa di Danzica da parte dei Cavalieri Teutonici e la distruzione degli edifici della prima città fanno sì che nel 1343, inizia la costruzione di un sistema di fortificazioni che circonda le parti indipendenti della città, e che comprendeva la Città Vecchia, il Borgo Vecchio e l'Isola dei Granai (*SZCZEPAŃSKI 2019*). I lavori iniziarono da nord, ovest e sud, parallelamente alla costruzione del castello dei Cavalieri Teutonici, oggi completamente perduto, e alle sponde del fiume.

Una parte sostanziale di questo sistema è sopravvissuta fino ai giorni nostri perché le fortificazioni di questa fase erano costituite da mura difensive in mattoni con fossati, torri e porte. Nel 1380, dopo aver ottenuto il consenso del Gran Maestro *Winrich von Kniprode*, la città principale da sud e parzialmente da ovest fu circondata da un secondo fossato più basso, integrato con bastioni in legno e terra tutt'ora esistenti. Nel 1482, in riva al mare, alla foce del fiume *Vistola*, a circa 5 km dalla città, fu eretta una torre difensiva cilindrica, utilizzata come faro. Nel XVI secolo le fortificazioni medievali perdono il loro significato militare, a causa dell'utilizzo della polvere da sparo nelle guerre (STANKIEWICZ, BISKUP 1998), e vengono parzialmente smantellate o adattate per altri scopi. All'inizio del XX secolo vengono costruite sia le fortificazioni alla foce del fiume *Vistola* per difendere Il Porto Nuovo e la penisola di *Westerplatte*, sia la strada lungo il fiume *Vistola* che collega la città con la quattrocentesca fortezza-faro di *Wisłoujście* (SAMÓL, HIRSCH, WOŹNIAKOWSKI 2021 e 2022). Vengono rafforzate anche le fortificazioni collinari a nord-ovest della città (località *Góra Gradowa*). Negli anni 1868-1900 vengono invece installate in riva al mare 13 batterie di artiglieria a difesa del porto, mentre negli anni 1921-1939, nella penisola di *Westerplatte* vengono create fortificazioni e diversi bunker da combattimento (WOŹNIAKOWSKI 2019).

Attualmente, il paesaggio fortemente fortificato appare frammentato dal tessuto urbano odierno, ed è privo di segni visibili di continuità a causa dell'attività bellica molto importante avuta durante la II Guerra Mondiale. Le acque del fiume *Vistola*, una volta collegamento favorito tra la capitale e Danzica, da una parte ora si perdono in paludi semi naturali rintracciabili oltre i bastioni rinascimentali. Dall'altro lato, verso la foce, il fiume costituisce un confine naturale tra l'area industriale del porto principale della Polonia, che tra cantieri navali e centri di stoccaggio, nasconde ancora elementi di fortificazione medievale e di epoche successive (SZCZEPAŃSKI, DYMICKA 2016).

Le ricerche sulle fortificazioni di Danzica hanno rivelato una carenza di studi completi che analizzano in modo sistematico il patrimonio difensivo all'interno dell'evoluzione della città. La collaborazione con gli archivi e i colleghi specializzati in storia dell'architettura presso il Politecnico di Danzica ha svolto un ruolo essenziale nell'organizzazione e nella standardizzazione di ogni monumento. Questo ha incluso la creazione di un linguaggio comunicativo condiviso e lo sviluppo di un sistema di nomenclatura per i siti e gli elementi, insieme alla datazione e classificazione in base ai diversi periodi del sistema di difesa della città. La produzione di mappe, utilizzate come strumenti di riferimento per la ricerca, ha richiesto diversi mesi di post-produzione. Queste mappe hanno non solo facilitato la pianificazione e il lavoro sul campo, ma hanno anche trasmesso la complessità e l'ampiezza delle risorse oggetto di studio, svolgendo varie funzioni. Per documentare le ricerche sul sistema fortificato di Danzica, sono stati acquisiti diversi tera di dati (Fig. 1), tra cui

nuvole di punti ottenute da strumenti TLS (laser scanner terrestre – BALZANI, MAIETTI 2017) e MLS (laser scanner mobile – DELL'AMICO 2021). Questi dati coprono l'intera sezione urbana del centro storico, le aree suburbane vicine ai bastioni rinascimentali a sud della città e varie fortezze lungo il corso del fiume *Vistola*, in particolare vicino alla sua foce. Abbiamo operato principalmente tramite fotogrammetria da terra e da droni. Le scansioni effettuate da terra sono state poi allineate con quelle dei droni (Fig. 1) e con i punti rilevati accanto a ciascuna struttura con il GPS (EVGENIEVNA, VALENTINOVNA, VIKTOROVNA 2020; PICCHIO 2020). Parallelamente a questa operazione è stato costruito anche un abaco di modelli tridimensionali che descrivono semanticamente gli edifici storici del centro storico. Questo database ha permesso di campionare diverse tipologie di finestre, soglie ed elementi architettonici. L'acquisizione è stata effettuata anche su base bidimensionale per creare un dataset di texture che ha poi portato alla generazione di shader utili per texturizzare modelli 3D ideali. Tale abaco potrà essere utilizzato per generare edifici che possano aderire alla morfologia e alla tessitura dell'assetto urbano presente nel centro storico. L'applicazione potrebbe essere utile per la futura pianificazione edilizia o anche per il restauro virtuale.

2.2 Conclusioni

Il sistema informativo previsto nell'ambito del progetto prevede la creazione di un sistema di dati organizzato e completo (PARRINELLO, DE MARCO 2021). Questo sistema avrà lo scopo di generare due distinti tipi di rappresentazioni visive. La prima tipologia mira a facilitare il ripristino e il miglioramento del paesaggio attuale, mentre la seconda tipologia mira a delineare l'immagine desiderata del percorso CHR proposto. Sviluppando un percorso culturale, il progetto vuole colmare le lacune geografiche utilizzando atlanti in grado di articolare efficacemente forme e modelli. L'inclusione di un database del patrimonio, arricchito con dettagli storici e tecnologici relativi a ciascun monumento, stabilirà un'identità distinta per il progetto. Questo database si evolverà in una rappresentazione multidimensionale, composta da disegni tecnici, modelli e dati multimediali, che non solo migliorerà la conoscenza, ma spingerà anche la conservazione del patrimonio nell'era digitale. La funzione primaria del sistema informativo è generare due tipi di disegni che servono a scopi distinti. La prima serie di rilievi si concentra sulla riparazione e rivitalizzazione del paesaggio esistente. Analizzando attentamente i dati raccolti, il sistema identificherà le aree che necessitano di ripristino e proporrà soluzioni adeguate. Serviranno come rappresentazioni visive delle modifiche proposte, fornendo una comprensione chiara e completa dei miglioramenti previsti. La seconda serie di rilievi mira invece a delineare l'immagine immaginata del percorso. Attraverso l'utilizzo di tecnologie di mappatura avanzate e un'analisi completa dei dati, il sistema creerà rappresentazioni visive dettagliate del

percorso proposto. Consolidando questa ricchezza di informazioni in un unico archivio, il sistema fornirà agli utenti una comprensione olistica dei siti del patrimonio, del loro significato e della loro evoluzione nel tempo (KOWALSKI *et al.* 2020). In conclusione, il sistema informativo previsto nell'ambito del progetto rivoluzionerà la gestione e la rappresentazione dei dati. Generando rappresentazioni complete per il miglioramento del paesaggio e la delineazione dei percorsi culturali, il sistema faciliterà il processo decisionale informatizzato e medierà l'esplorazione turistica e culturale.

D.B.

3. LE CRUZ DE TÈRMINO E LE CRUZ CUBIERTAS DEL TERRITORIO DI VALENCIA (ES)

Le attività condotte in collaborazione con l'Università Politecnica di Valencia hanno portato a individuare alcuni monumenti di rilevante interesse culturale, le *Cruz de Tèrmino* – anche conosciute come *Cruz de Camino* – e le *Cruz Cubiertas*, strutture di epoca medievale che si diffusero in particolare nel corso del XIII secolo durante l'espansione del regno Aragonese (Fig. 3). Lo studio ha inoltre contribuito in maniera decisiva all'analisi e all'individuazione delle loro componenti principali, aiutando a comprendere meglio il legame con la corona Aragonese e in particolare con Giacomo I detto “il Conquistatore”. Se si considera il periodo storico legato alla loro fondazione, si comprende come tali elementi architettonici servissero innanzitutto a legittimare e segnare topograficamente in modo evidente la riconquista dei territori sottratti al dominio musulmano (BAYARRI 2013, 9-10). Poste nei pressi dei centri urbani e lungo le strade, infatti, delimitavano i territori sotto il controllo Aragonese, indicando a coloro che vi si imbattevano di trovarsi in un regno cristiano (BAYARRI 2013, 29). Con la conquista della città di Valencia del 1238 da parte di Giacomo I e la fondazione del relativo regno, tale centro, che possedeva già un ruolo di rilievo per merito della sua posizione strategica affacciata sul mare delle Baleari, assunse progressivamente maggiore importanza all'interno della penisola iberica.

Lo stile Moresco, di influenza musulmana, che fino ad allora aveva contraddistinto le architetture dell'area meridionale della Spagna (Fig. 3), doveva essere sostituito con uno nuovo linguaggio architettonico e figurativo che richiamasse la fede cristiana (BAYARRI 2013, 31). Per raggiungere questo scopo, si decise di costruire monumentali opere religiose che portarono anche all'edificazione delle *Cruz Cubiertas*. Tuttavia, la prima *Cruz Cubierta* risale soltanto al 1372, ben centotrentaquattro anni dopo la conquista di Valencia e quasi cento anni dopo la morte di Giacomo I d'Aragona. È pertanto stato ipotizzato, che in una prima fase fossero solo le *Cruz de Tèrmino* a segnalare i confini geografici del regno, mentre le *Cruz Cubierta* hanno iniziato a

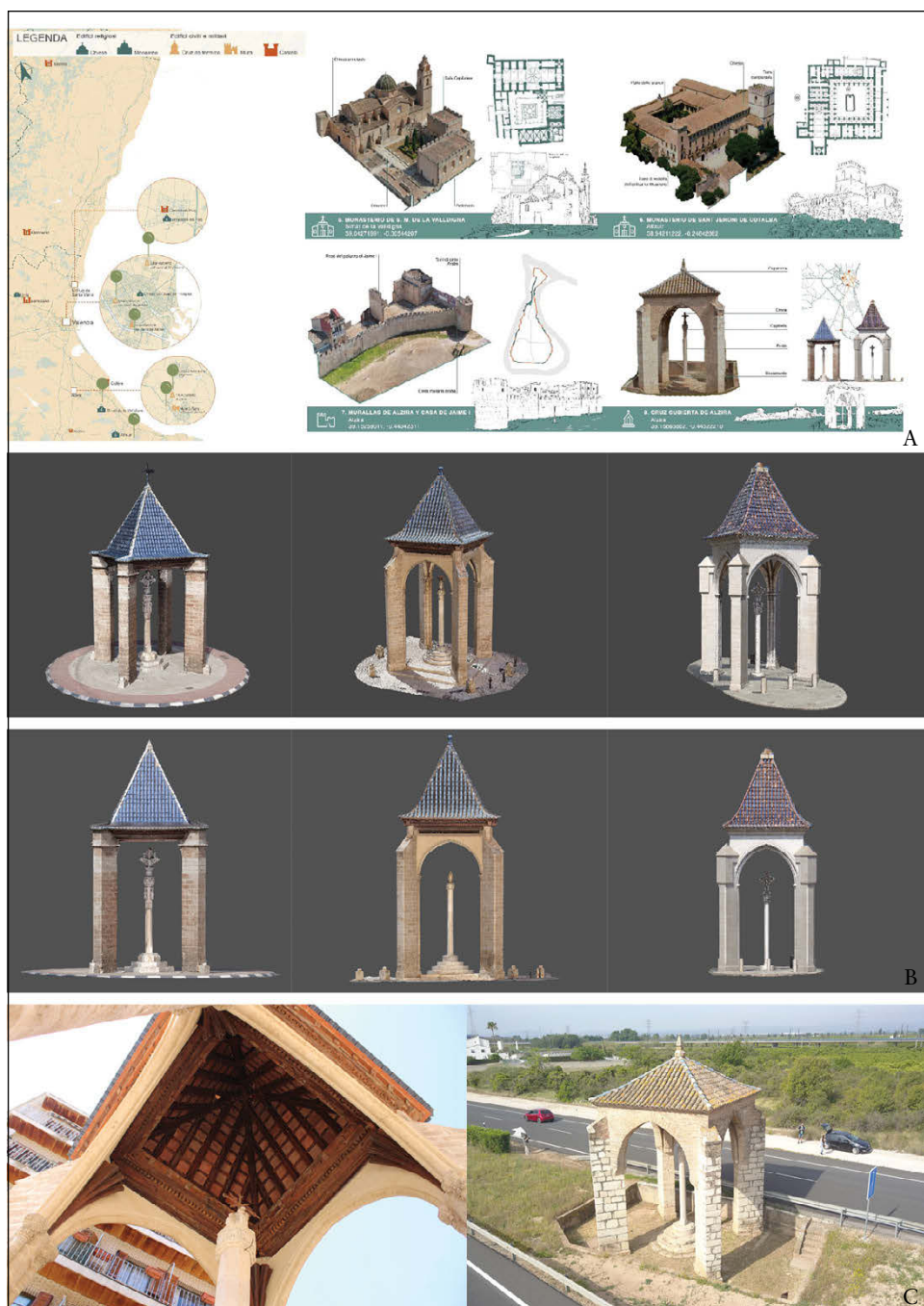


Fig. 3 – A) Pianta di distribuzione delle strutture fortificate nei dintorni di Valencia costruite da Giacomo I e il loro rilievo 3D ottenuto tramite TLS e MLS; B) le *Cruz de Termino* e le *Cruz Cubiertas* (XIII sec.) di Valencia rilevate in 3D con la tecnica fotogrammetrica da terra e da drone; C) foto con dettagli delle *Cruz* ottenute da terra e da drone.

codificarsi e svilupparsi soltanto dalla fine del XIV secolo, prima con coperture lignee più semplici e, infine, nel XV secolo con tetti a volta e pilastri in muratura (ZARAGOZÁ CATALÁN 2000, 198).

Come ricordato, una delle funzioni principali di queste costruzioni, era indicare il ritorno della religione cristiana nell'area meridionale della penisola iberica. La diffusione massiccia delle *Cruz de Término* nei dintorni di numerosissime città e lungo le strade del regno rende evidente la loro funzione quale strumento di propaganda e comunicazione immediata, per legittimare la presa di potere da parte di Giacomo I d'Aragona sotto il punto di vista politico, militare, religioso sociale e culturale. Per la presenza di un ricco apparato iconografico fortemente legato alla dottrina cristiana, questi monumenti si prestavano inoltre quali luoghi di devozione lungo le strade (MOCHOLÍ MARTINEZ 2008, 20), dove i fedeli erano richiamati alla preghiera di fronte alla figura del Cristo, in segno di pentimento e purificazione, motivo per cui, le *Cruz de Término* sono anche conosciute con il nome di *Humilladero*, ovvero umiliazione. Questo importante ruolo svolto all'interno del contesto culturale e religioso dell'epoca si lega strettamente alla loro funzione quali veri e propri simboli di legittimazione, baluardi di fede e spiritualità (BAYARRI 2013, 32-33). Si è inoltre ipotizzato che tali croci possano essere la trasposizione in pietra delle croci in metallo, impiegate durante le processioni religiose e strettamente legate alla devozione popolare (MOCHOLÍ MARTINEZ 2008, 20). Si riteneva infatti che la visione della rappresentazione del corpo di Cristo crocifisso portasse benefici, tanto quanto l'adorazione delle reliquie (MOCHOLÍ MARTINEZ 2017, 492).

3.1 La struttura architettonica

Le *Cruz de Término* e le *Cruz Cubiertas* sono costruzioni architettonicamente affini che possiedono una struttura di base comune e ben codificata. Gli elementi principali che le compongono sono: il piedistallo o basamento, di forma circolare o quadrangolare, sviluppato su due o più gradini; la base, spesso arricchita da epigrafi o iscrizioni; il fusto, che può essere decorato o liscio; il capitello, spesso ornato da rappresentazioni di santi o da motivi floreali (ZARAGOZÁ CATALÁN 2000, 198; Fig. 3). Sulla sommità della struttura, a coronamento, è posizionata una croce, tradizionalmente in pietra, che mostra sempre su una faccia il Cristo crocifisso, mentre sull'altra vi si può trovare o una rappresentazione della Vergine oppure diverse raffigurazioni di Santi (MOCHOLÍ MARTINEZ 2008, 21; BAYARRI 2013, 13). Non è del tutto chiaro se le differenze stilistiche tra i vari elementi compositivi siano dettate da fattori cronologici, che hanno portato a evoluzioni diversificate, oppure da fattori puramente estetici che facevano coesistere tipologie differenti.

L'elemento di distinzione tra i due tipi di costruzioni è una struttura architettonica posta a protezione delle croci monumentali che caratterizza le *Cruz*

Cubiertas e che invece è del tutto assente nelle più semplici *Cruz de Término*. Tale struttura si attesta quasi esclusivamente nel territorio valenciano ed è di norma costituita da un tetto sorretto da quattro pilastri in pietra disposti a raggiera che possono assumere sezione quadrata, circolare o rettangolare. La copertura in legno, a pianta circolare o quadrata, può assumere forma conica o a quattro spioventi e, salvo rare eccezioni, come nel caso della *Cruz* di Jerica, la più recente tra quelle analizzate, è ricoperta da un rivestimento di tegole di colore blu. Nelle *Cruz* che presentano pianta quadrata, la parte sottostante al tetto è frequentemente decorata con un soffitto a cassettoni variamente ornato da stemmi familiari, raffigurazioni dipinte di santi, scene bibliche e simboli cristiani come il calice, i pesci e i simboli dei quattro evangelisti. In alternativa, in alcuni casi si è scelto di adottare una soluzione più semplice che prevede un rivestimento delle travi di legno con una volta a crociera, dipinta in bianco oppure decorata.

3.2 I rilievi fotogrammetrici: la metodologia impiegata

Per la loro rilevanza storica e architettonica si è scelto di prediligere come casi studio le *Cruz Cubiertas* situate nel territorio valenciano. Durante i rilievi di tali monumenti, è stata messa a punto una precisa metodologia di lavoro, che potrebbe eventualmente essere applicata anche alle *Cruz de Término*. Il rilevamento è avvenuto tramite scansione fotogrammetrica (Fig. 3), integrando foto aeree, acquisite utilizzando un drone DJI mini2, indispensabili per l'elaborazione del tetto delle *Cruz Cubiertas*, la cui altezza può raggiungere per intero i 15 m circa e foto da terra, ottenute tramite una fotocamera Panasonic Lumix S5 MK I Mirrorless full-frame. Entrambi gli strumenti hanno permesso tramite i loro sensori, 1/2,3 CMOS da 12 megapixel nel primo caso, full-frame CMOS da 24.4 megapixel nel secondo, di scattare fotografie con definizione fino a 4K, da cui è stato possibile generare modelli 3D estremamente dettagliati e precisi. Il lavoro ha previsto la generazione di un modello per ogni *Cruz* analizzata. Le foto sono state scattate girando completamente intorno alla struttura e spostandosi ad ogni scatto, con la fotocamera impostata in modalità automatico programmato. Un primo giro è stato effettuato a una distanza che permette di inquadrare completamente la *Cruz*. In seguito, si sono compiute tre rotazioni, a distanza più ravvicinata, fotografando prima la parte inferiore, poi la parte centrale e infine la parte sommitale. Per concludere, sono state effettuate due serie di scatti intorno al basamento della colonna: uno per i dettagli del fusto e uno per rilevare l'interno del soffitto. A completamento del processo, per acquisire la parte superiore del tetto, è stato infine compiuto il rilievo da drone, seguendo sempre un movimento circolare. Il rilievo di tutte le strutture è stato portato a termine in una settimana, scattando 1.662 foto.

Il database acquisito è stato elaborato attraverso il software di fotogrammetria Agisoft Metashape Pro. La messa a punto di ogni singolo modello è

stata compiuta importando le immagini, finemente rielaborate, eseguendo l'allineamento delle foto, dense cloud, mesh e texture. L'output del processo ha prodotto un modello 3D di ogni singola *Cruz*. I modelli si compongono mediamente di 300 foto, con dense cloud che vanno da un minimo di 19.509.317 a un massimo di 44.558.298 punti. Il peso totale dei modelli generati è risultato essere pari a 69,8 GB. La scelta di utilizzare la tecnica fotogrammetrica è stata adottata come soluzione ad un problema logistico. Nonostante l'espansione della città nel corso dei secoli, le *Cruz Cubiertas* non sono ancora state inglobate nel tessuto urbano, ma si trovano alle porte dell'area cittadina, lungo strade fortemente trafficate. La loro localizzazione in aree caotiche e affollate, richiedeva un metodo di rilievo che fosse preciso, ma con tempi di acquisizione veloci, quale appunto la fotogrammetria. In un unico caso, nel rilievo della *Cruz Cubierta* di Mislata, si è incontrato un ostacolo strutturale che ha reso il rilievo difficoltoso e poco efficiente. La presenza di una rete di protezione per impedire la nidificazione degli uccelli sotto la copertura del tetto ha portato all'elaborazione di un modello 3D lacunoso per cui è stata necessaria una pesante post-produzione per la correzione e la rifinitura della mesh. In tutti gli altri casi, invece, grazie anche alle immagini ad alta definizione, le nuvole di punti e i modelli 3D ottenuti sono risultati precisi e coerenti per i fini di analisi e digitalizzazione.

3.3 I casi studio: le *Cruz* della città di Valencia, la *Cruz Cubierta* di Alzira e la *Cruz Cubierta* di Jerica

Le *Cruz Cubiertas*, costruite nel corso degli anni successivi alla conquista di Valencia lungo le strade principali della città, avevano come funzione primaria incentivare i viandanti alla purificazione, tramite la preghiera, prima dell'ingresso nell'area urbana. Le più vicine al centro cittadino sono la *Cruz Cubierta* d'Almassera, la *Cruz Cubierta* de la calle di San Vicente e la *Cruz Cubierta* di Mislata, mentre la *Cruz Cubierta* di Alzira e la *Cruz Cubierta* di Jerica si trovano più distanti, nell'area del territorio valenciano. Le prime tre, costruite rispettivamente nel 1372-1373, nel 1376 e nel 1381, oltre alla loro funzione culturale e religiosa, probabilmente dovevano delimitare topograficamente l'area di giurisdizione della città. La *Cruz Cubierta* d'Almassera, la più antica di Valencia, mostra un ricco apparato scultoreo. Sul capitello sono rappresentate scene dal carattere biblico, tra cui l'annunciazione, la natività, l'epifania e l'ascensione, mentre sul fusto si trovano le raffigurazioni di diverse figure ecclesiastiche. La Croce in perfetto stile gotico, mostra su una faccia la Crocifissione e sull'altra Maria con il bambino. La *Cruz Cubierta* de la calle di San Vicente presenta uno stile transitorio tra il gotico e il rinascimentale, con una croce in pietra che, oltre alla usuale raffigurazione di Cristo Crocifisso, introduce sull'altra faccia l'immagine del Padre Eterno, con ai piedi figure oranti. Il soffitto della struttura architettonica è caratterizzato da una

volta costolonata, tra le cui vele sono dipinte decorazioni lineari gialle e blu. La tradizione lega l'erezione di questo monumento a un prodigio: infatti si racconta che un giovane – che era in realtà un angelo – si inginocchiò al passaggio di un sacerdote che portava con sé ostie consacrate (MOCHOLÍ MARTINEZ 2017, 491). Questa storia evidenzia dunque un legame delle *Cruz* anche con l'adorazione popolare per l'ostentazione dell'Eucarestia. La *Cruz Cubierta* di Mislata, la più difficile da rilevare a causa della vicinanza con edifici circostanti e, come già detto, per la presenza di una rete di protezione per il tetto ligneo, ha subito negli anni diversi danneggiamenti e rifacimenti che hanno portato alla conservazione di pochi elementi originari. Merita di essere menzionato sicuramente il capitello, in cui è possibile distinguere le figure di Maria e San Giovanni. Interessante è la storia che la tradizione attribuisce alla costruzione della *Cruz Cubierta* di Alzira e la lega strettamente al luogo in cui sorge (BAYARRI 2013, 96-97). Situata oggi lungo l'autostrada CV-42, alle porte della città di Alzira, secondo una leggenda fu eretta nel sito esatto in cui morì Giacomo I d'Aragona il 27 luglio 1276, mentre era di ritorno verso Valencia. Anche se questa vicenda è ritenuta poco verosimile da parte degli storici, è possibile che tale leggenda abbia contribuito ad attribuire a questo monumento una particolare devozione e un aspetto solenne.

La *Cruz Cubierta* in esame presenta un piedistallo a pianta circolare che si sviluppa su due gradini, su cui poggia la base – anch'essa circolare e priva di qualsiasi decorazione o epigrafe – che sorregge il fusto liscio a sezione ottagonale. Il capitello, anch'esso a sezione ottagonale, è arricchito da un apparato decorativo che mostra quattro stemmi aragonesi. La croce presenta, secondo la tradizione, su un lato la figura del Cristo Crocifisso, sull'altro la rappresentazione della Vergine Maria. La copertura, una volta a crociera formata da archi a sesto acuto e rivestita da un soffitto ligneo a cassettoni, è sorretta da quattro pilastri a sezione poligonale disposti a raggiera. Infine, la *Cruz Cubierta* di Jerica è la più recente tra i monumenti scansionati. Eretta nel 1511 si distingue dalle altre per dimensione e la sua localizzazione a nord del territorio valenciano, nei pressi della città di Jerica (BAYARRI 2013, 98). Sorta inizialmente come semplice *Cruz de Tèrmino*, nel 1550 fu dotata dell'apparato architettonico di copertura. L'aggiunta solo in un momento successivo del tetto ne ha comportato volumi ridotti.

3.4 Conclusioni

In virtù delle ottime proprietà e dell'alta definizione dei file elaborati, è stato possibile approfondire e analizzare nel dettaglio l'aspetto architettonico e gli apparati scultorei delle *Cruz* rilevate, potendo constatare, tramite la comparazione dei diversi modelli, la presenza di una struttura base ricorrente. Alla luce delle informazioni emerse, è ormai chiara l'importanza e il valore storico-culturale delle *Cruz Cubiertas* e delle *Cruz de Tèrmino* e il legame che

unisce questi monumenti religiosi alla figura di Giacomo I d'Aragona, il Conquistatore. Nonostante molte croci siano andate distrutte nel corso dei secoli, inglobate nei centri urbani, o danneggiate a causa della mancata salvaguardia (MOCHOLÍ MARTINEZ 2008, 18), numerose sopravvivono ancora ai giorni nostri. Le scansioni e il materiale raccolto possono dunque costituire un punto di partenza per la conoscenza, la valorizzazione e la tutela di questi beni. La metodologia di rilievo elaborata durante la presente ricerca ha infatti tracciato una possibile strada nell'impostazione dello studio di tali monumenti. Sarebbe interessante infatti rilevare tutte le *Cruz* presenti nella Spagna meridionale così da poterle inserire in un sistema georiferito e ricavare delle direttrici di diffusione. Una prima mappatura preliminare ha infatti mostrato un preciso areale di espansione che coincide grossomodo con l'area di influenza del regno Aragonese. Si potrebbe anche tentare di ricostruire l'organizzazione viaria del regno dal XIII secolo in poi. La precisa localizzazione darebbe inoltre un concreto aiuto alla conservazione e alla fruizione di tali monumenti.

P.R.G.

DANIELE BURSICH, PIETRO RAIMONDO GIARDINI

MetaHeritage s.r.l.
info@metaheritage.it

Acknowledgments

Il P.I. prof.ssa Francesca Picchio (Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia) è capofila di un team di università di ricerca internazionali (Università di Pavia, Università di Firenze, Italia, Università Politecnica de Valencia, Spagna, Gdańsk University of Technology, Polonia, Perm National Polytechnic University Research, Russia, partner coinvolti nel progetto fino al 2022) e società di servizi (SI-SMA, MetaHeritage, Blesarq Estudio, EBIME S.L., CTA). L'ideatore del progetto è il Prof. Sandro Parrinello (Università di Firenze), che ringraziamo per aver coinvolto la società MetaHeritage nell'iniziativa; un ringraziamento speciale da parte della società MetaHeritage a Pietro Giardini, che ha collaborato con entusiasmo al progetto.

BIBLIOGRAFIA

- BALZANI M., MAIETTI F. 2017, *Architectural space in a protocol for an integrated 3D survey aimed at the documentation, representation, and conservation of cultural heritage*, «Disegno», 1, 113-122 (<https://doi.org/10.26375/disegno.1.2017.13>).
- BAYARRI F.J.I. 2013, *Las cruces de término del Reino de Valencia*, Valencia, Zamit, Coop. Gráfica Valenciana.
- BARBA S., PARRINELLO S., LIMONGELLO M., DELL'AMICO A. (eds.), *D-SITE Drones – Systems of Information on cultural heritage for a Spatial and Social Investigation*, Pavia, Pavia University Press.
- DELL'AMICO A. 2021, *Mobile Laser Scanner mapping System's for the efficiency of the survey and representation processes*, «The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», XLVI-M-1-2021, 199-205 (<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-M-1-2021-199-2021>).

- DELL'AMICO A. 2022, *Memoria e modello digitale. La costruzione di un sistema informativo per la salvaguardia del patrimonio architettonico diffuso dell'Upper Kama*, «Restauro Archeologico», 30, 1, 32-53 (<https://doi.org/10.36253/rar-12164>).
- DE MARCO R., DELL'AMICO A. 2020, *Connettere il territorio tra patrimonio e informazione: banche dati e modelli per le Cultural Heritage Routes/Connecting the territory between Heritage and Information: Databases and models for the Cultural Heritage routes*, in A. ARENA et al. (eds.), *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for Weaving Relationships, Proceedings of the 42nd International Conference of Representation Disciplines Teachers*, Milano, FrancoAngeli, 2058-2077.
- DE MARCO R., PETTINEO A. 2022, *The recognition of heritage qualities from feature-based digital procedures in the analysis of historical urban contexts*, «The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», XLVI-2/W1-2022, 175-182 (<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-2-W1-2022-175-2022>).
- EVGENIEVNA A.S., MAKSIMOVA VALENTINOVNA S., BUSHMAKOVA VIKTOROVNA J. 2020, *UAVs for strategic master planning*, in BARBA et al. 2020, 324-329.
- KOWALSKI S., SAMÓL P., SZCZEPAŃSKI J., DŁUBAKOWSKI W. 2020, *Teaching architectural history through virtual reality*, «World Transactions on Engineering and Technology Education», 18, 197-202.
- MAKSIMOVA S.V., SEMINA A.E. 2020, *The analysis of causes of the 17-18 century architectural complex buildings destruction in Usolye, Russia*, in EXCO Proceedings Universitat Politècnica de València.
- MAKSIMOVA S.V., SEMINA A.E. 2020, *Landscape analysis for digital description of urban morphology of Upper Kama region towns*, in G. STRAPPA, P. CARLOTTI (eds.), *5th ISUFIItaly 2020 International Conference (Rome 2020)*, Roma, ISUFIItaly, 645-653.
- MOCHOLÍ MARTINEZ M.E. 2008, *Xàtiva en la encrucijada. La cruz del camino de Valencia*, «Ars longa. Cuadernos de arte», 17, 13-23.
- MOCHOLÍ MARTÍNEZ M.E. 2017, *La significación eucarística de las cruces de término en Valencia a finales de la Edad Media*, in B. BALLESTER MORELL, A. BERNAT VISTARINI, J.T. CULI (eds.), *Encrucijada de la palabra y la imagen simbólicas. Estudios de emblemática*, Barcelona, José J. de Olafieta Editor, 481-494.
- PARRINELLO S. 2020, *La solitudine delle chiese russe nella regione dell'Upper Kama. Un immenso eremo e un paesaggio culturale al confine dell'Europa*, in S. BERTOCCI, S. PARRINELLO (eds.), *Architettura Eremitica. Sistemi progettuali e paesaggi culturali, Atti del V Convegno Internazionale di Studi (Certosa del Galluzzo 2020)*, Firenze, 147-156.
- PARRINELLO S. 2020a, *Cultural Heritage analysis practices conducted through the use of drones: Towards a renewed dimension of research*, in BARBA et al. 2020, 21-29.
- PARRINELLO S., CIOLI F. 2020, *Establishment of a complex database for the study of Cultural Heritage through the reading and analysis of the traditional architecture of Upper Kama*, in H. KREMERS (ed.), *Digital Cultural Heritage*, Berlin, Springer, 51-61 (https://doi.org/10.1007/978-3-030-15200-0_4).
- PARRINELLO S., DE MARCO R. 2021, *Digital surveying and 3D modeling structural shape pipelines for instability monitoring in historical buildings: A strategy of versatile mesh models for ruined and endangered heritage*, «Acta IMEKO», 10, 1, art. 12 (https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v10i1.895).
- PICCHIO F. 2020, *Acquisition protocols for UAV photogrammetric data. Comparison in methodological SfM procedures from architectural till urban scale*, in BARBA et al. 2020, 70-79.
- PICCHIO F., DE MARCO R., DELL'AMICO A., DORIA E., GALASSO F., LA PLACA S., MICELI A., PARRINELLO S. 2020, *Procedure di analisi e modellazione urbana per la gestione dei centri storici, Betlemme, Solikamsk, Cattaro e Santo Domingo*, «Paesaggio Urbano», 2, 103-115.
- SAMÓL P., HIRSCH R., WOŹNIAKOWSKI 2021, *A history of the lighthouse of the Wisłoujście Fortress in light of a 2018 architectural study*, «Wiadomości Konserw.-Pismo Stowarzyszenia Konserw. Zabyt», 66, 21-36.

- SAMÓL P., HIRSCH R., WOŹNIAKOWSKI 2022, *Wreath from the Wisloujście Fortress, dating from the 1560s, and its transformation and damage in the war of 1577 in the light of architectural research from 2020-2022*, «Wiadomości Konserw.-Pismo Stowarzyszenia Konserw. Zabyt», 72, 62-79.
- SZCZEPAŃSKI J. 2019, *Ceglana tożsamość. Dziedzictwo materialne jako rdzeń gdańskich tożsamości (Brick identity. Material heritage as the core of Gdańsk identities)*, «Miscellanea Anthropologica et Sociologica», 20, 148-151.
- STANKIEWICZ J., BISKUP K. 1998, *Fortyfikacje miejskie Gdańska od XVI do XIX wieku. City fortifications of Gdańsk from the 16th to the 19th century*, in A. KOSTARCZYK (ed.), *Gdańsk Pomnik Historii*, Gdańsk, Regionalny Ośrodek Studiów i Ochrony Środowiska Kulturowego.
- STANKIEWICZ J., SZERMER B. 1959, *Gdańsk, Rozwój Urbanistyczny i Architektoniczny oraz Powstanie Zespołu Gdańsk-Sopot-Gdynia (Gdańsk, Urban and Architectural Development and the Creation of the Gdańsk-Sopot-Gdynia Complex)*, Warszawa, Arkady.
- SZCZEPAŃSKI J., DYMNIKA M. 2016, *Dilemmas of identity in contemporary cities. The city of Gdansk as an example*, «Procedia Engineering», 161, 1225-1229 (<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.550>).
- WOŹNIAKOWSKI A. 2019, *Zarys historii rozwoju fortyfikacji nadbrzeżnych Gdańska w latach 1887-1919 (An outline of the history of the development of the coastal fortifications of Gdańsk in the years 1887-1919)*, in A. AKSAMITOWSKI, *Fortyfikacje nadbrzeżne Zatoki Gdańskiej*, Tarnowskie Góry, PPHU Drukpol, 47-61.
- ZARAGOZÁ CATALÁN A. 2000, *Arquitectura gótica valenciana. Siglos XIII-XV*, Valencia, Pentagraf impresores.

ABSTRACT

Starting in 2018, the PROMETHEUS H2020 project has been involved in the establishment of analysis methodologies for Cultural Heritage Routes (CHR) associated with historical architectural heritage. The project's research activities have primarily focused on examining various itineraries, ranging from the regional scale of Russian churches in Upper Kama located in Perm (Russia), to the provincial scale encompassing sites related to James I of Aragon's conquest in the Kingdom of Valencia (Spain), and to the urban scale encompassing fortifications in the city of Gdansk (Poland). Throughout the project's duration, digital technologies have been employed and tested to create archives and information systems that aim to devise storytelling strategies for defining, representing, and promoting these routes. This endeavour involves the collaboration of more than 35 researchers from three European countries, who are implementing interdisciplinary synergistic actions to develop knowledge-driven approaches and formulate effective designs for digitally narrating intricate architectures.