

# 9

## DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

Anna MAROTTA, Roberta SPALLONE (Eds.)



PROCEEDINGS of the International Conference on Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast  
FORTMED 2018

DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN  
Vol. IX

Editors  
Anna Marotta, Roberta Spallone  
Politecnico di Torino. Italy

POLITECNICO DI TORINO

Series *Defensive Architectures of the Mediterranean*

General editor  
Pablo Rodríguez-Navarro

The papers published in this volume have been peer-reviewed by the Scientific Committee of FORTMED2018\_Torino

© editors  
Anna Marotta, Roberta Spallone

© papers: the authors

© 2018 edition: Politecnico di Torino

ISBN: 978-88-85745-12-4



FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, Torino, 18th, 19th, 20th October 2018

## Organization and Committees

### Organizing Committee

Anna Marotta. (Chair). Politecnico di Torino. Italy  
Roberta Spallone. (Chair). Politecnico di Torino. Italy  
Marco Vitali. (Program Co-Chair and Secretary). Politecnico di Torino. Italy  
Michele Calvano. (Member). Politecnico di Torino. Italy  
Massimiliano Lo Turco. (Member). Politecnico di Torino. Italy  
Rossana Netti. (Member). Politecnico di Torino. Italy  
Martino Pavignano. (Member). Politecnico di Torino. Italy

### Scientific Committee

Alessandro Camiz. Girne American University. Cyprus  
Alicia Cámara Muñoz. UNED. Spain  
Andrea Pirinu. Università di Cagliari. Italy  
Andreas Georgopoulos. Nat. Tec. University of Athens. Greece  
Andrés Martínez Medina. Universidad de Alicante. Spain  
Angel Benigno González. Universidad de Alicante. Spain  
Anna Guarducci. Università di Siena. Italy  
Anna Marotta. Politecnico di Torino. Italy  
Annalisa Dameri. Politecnico di Torino. Italy  
Antonio Almagro Gorbea. CSIC. Spain  
Arturo Zaragoza Catalán. Generalitat Valenciana. Castellón. Spain  
Boutheina Bouzid. Ecole Nationale d'Architecture. Tunisia  
Concepción López González. UPV. Spain  
Faissal Cherradi. Ministerio de Cultura del Reino de Marruecos. Morocco  
Fernando Cobos Guerra. Arquitecto. Spain  
Francisco Juan Vidal. Universitat Politècnica de València, Spain  
Gabriele Guidi. Politecnico di Milano. Italy  
Giorgio Verdiani. Università degli Studi di Firenze. Italy  
Gjergji Islami. Universiteti Politeknik i Tiranës. Albania  
João Campos, Centro de Estudos de Arquitectura Militar de Almeida. Portugal  
John Harris. Fortress Study Group. United Kingdom  
Marco Bevilacqua. Università di Pisa. Italy  
Marco Vitali. Politecnico di Torino. Italy  
Nicolas Faucherre. Aix-Marseille Université – CNRS. France  
Ornella Zerlenga. Università degli Studi della Campania 'Luigi Vanvitelli'. Italy  
Pablo Rodríguez-Navarro. Universitat Politècnica de València. Spain  
Per Cornell. University of Gothenburg. Sweden  
Philippe Bragard. Université catholique de Louvain. Belgium  
Rand Eppich. Universidad Politécnica de Madrid. Spain  
Roberta Spallone. Politecnico di Torino. Italy  
Sandro Parrinello. Università di Pavia. Italy  
Stefano Bertocci. Università degli Studi di Firenze. Italy  
Stefano Columbu, Università di Cagliari. Italy  
Teresa Gil Piqueras. Universitat Politècnica de València. Spain  
Víctor Echarri Iribarren. Universitat d'Alacant. Spain

## Organized by



**POLITECNICO  
DI TORINO**

Dipartimento di  
Architettura e Design

## Partnerships



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

## Patronages



CITTA' DI TORINO



unione  
italiana  
disegno



FONDAZIONE  
DELL'ORDINE DEGLI  
INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI  
TORINO

## Table of contents

<b>Preface</b> .....	XV
<b>Contributions</b>	
DIGITAL HERITAGE	
<i>Quivi surgeva nel lido estremo un sasso: la torre dell'Arma</i> .....	925
<i>M. Abbo, F. L. Buccafurri</i>	
Il Castello di Gorizia, analisi geometrica e rilievo con tecnologie avanzate.....	933
<i>G. Amoruso, P. Cochelli, V. Riavis</i>	
“Turris ad nocturnum navigantibus lumen”.....	941
<i>M. Arena, F. Fatta</i>	
Dalla dismissione alla valorizzazione: progetti e interventi per il Forte di Exilles (To) negli anni 1978-2018.....	949
<i>C. Bartolozzi, F. Novelli</i>	
Rilievo digitale dell'area archeologica costiera della Rocca di San Silvestro.....	957
<i>S. Bertocci, A. Lumini</i>	
New tools for the valorization and dissemination of the results of TOVIVA project.....	965
<i>S. Bertocci, P. Rodriguez-Navarro, M. Bercigli</i>	
Sperimentazioni cinquecentesche dei Sangallo verso le fortificazioni toscane. Il caso del Forte Sangallo a Nettuno.....	973
<i>D. Calisi, M. G. Cianci</i>	
Dalla nuvola di punti al progetto di restauro. L'estrazione di dati per la valorizzazione dell'antica fortificazione di Casertavecchia.....	981
<i>V. Cera, L. A. Garcia</i>	
Da castello a castello, il problema della difesa della costa ionica: i casi delle fortificazioni di Catania e Aci Castello.....	989
<i>G. Di Gregorio</i>	
Las torres vigías artilladas de Felipe II en la Región del Murcia. Representación tridimensional virtual de la Torre Navidad.....	997
<i>J. García León, P. E. Collado Espejo, M. Ramos Martínez, L. Cipriani, F. Fantini</i>	

Rappresentando il Forte di Gavi: ieri, oggi, domani.....	1005
<i>A. Marotta, V. Cirillo, O. Zerlenga</i>	
Rappresentazione sincronica e ricostruzioni diacroniche della Rocca di Senigallia. Un approccio di conoscenza integrato.....	1013
<i>A. Meschini, E. Petrucci</i>	
I sotterranei dei castelli di Otranto e di Gallipoli: dal rilievo laser scanner 3D all'analisi Strutturale.....	1021
<i>G. Muscatello, A. Quarta, C. Mitello</i>	
Rilievo tridimensionale del palazzo fortificato di Entella.....	1029
<i>R. Netti</i>	
Torri costiere nella Sicilia sud-orientale: il rilievo per la conoscenza e la messa in valore delle emergenze architettoniche.....	1037
<i>G. Nicastro</i>	
Sistemi fortificati dell'Adriatico centrale: indagini storiche, rappresentazioni contemporanee e ricostruzioni digitali.....	1045
<i>C. Palestini, A. Basso</i>	
Augmented Iconography. AR applications to the fortified Turin in the <i>Theatrum Sabaudiae</i> .....	1053
<i>V. Palma, M. Lo Turco, R. Spallone, M. Vitali</i>	
Il rilievo della torre degli Appiani a Marciana Marina.....	1061
<i>G. Pancani</i>	
Nuvole di punti per l'accessibilità universale del patrimonio storico: il caso studio del castello di Francolise.....	1067
<i>L. M. Papa, S. D'Auria</i>	
La Documentazione delle mura di Verona Rilievo, analisi e schedatura delle fortificazioni veronesi.....	1075
<i>S. Parrinello, P. Becherini</i>	
Sul limitare del Mediterraneo: Antonelli e la fortificazione di Gibilterra.....	1083
<i>S. Parrinello, F. Picchio, R. De Marco, A. Dell'Amico</i>	
Rappresentare l'architettura militare. Il bastione di Santa Croce a Cagliari in epoca sabauda.....	1091
<i>A. Pirinu, N. Contini, M. Utzeri</i>	
Il castello di Populonia: dal rilievo alla documentazione visuale.....	1097
<i>P. Puma, A. Guidi</i>	
Método para el levantamiento del patrimonio construido mediante técnicas digitales: Puerta de la Colada de la muralla de Ciudad Rodrigo (Salamanca).....	1101
<i>A. Sánchez Corrochano, A. Greco, D. Besana, E. Martínez Sierra</i>	



Un navigatore per monumenti: proposta di applicazione software per valorizzare i monumenti culturalmente e storicamente con soluzioni informatiche, GIS e GPS.....	1109
<i>L. Serra</i>	
Partimonio costruito e BIM: il palazzo di Francesco de' Medici nella Fortezza Vecchia di Livorno fa un secondo passo nell'epoca digitale.....	1117
<i>G. Verdiani, V. Donato, L. Pianigiani, F. Marsugli</i>	
Cannons, galleries, ruins and Digital Survey: a first report about the “Molo Cosimo” after seventy years of abandon.....	1125
<i>G. Verdiani, A. Frascari</i>	
 CULTURE AND MANAGEMENT	
Il castello normanno di Ginosa (TA). Progetto di salvaguardia e valorizzazione di una memoria.....	1133
<i>A. Albanese, F. Allegretti, C. Castellana, A. Colamonico, F. Fiorio, M. Marasciulo</i>	
The fortification system on the Elba Island: analysis of the strategic evolution and the military technologies.....	1141
<i>G. Baldi, A. Mancuso, A. Pasquali, M. Pucci</i>	
Un percorso virtuale nel Forte di Fenestrelle tra memoria e attualità.....	1149
<i>O. Bucolo, D. Miron, R. Netti</i>	
La fruizione multimediale del Castello di Lecce.....	1157
<i>G. Cacudi</i>	
Some aspect of relationships of old and new in moroccan fortification.....	1165
<i>M. Cherradi</i>	
Tutela, recupero, valorizzazione delle torri costiere come parte integrante di sistemi territoriali complessi. La “nuova vita” della Torre di Cerrano (Abruzzo, Italia).....	1171
<i>A. Colecchia</i>	
Estudio integral de la Torre Navidad, en Cartagena (España), para su correcta conservación, puesta en valor y musealización.....	1179
<i>P. E. Collado Espejo, J. García León, J. F. García Vives</i>	
Fortified architecture in Spanish chain Paradores de Turismo. 90 years of heritage management for touristic purposes.....	1187
<i>P. Cupeiro López</i>	
Difendere la Terra d’Otranto. Le torri di avvistamento della Serie di Nardò.....	1195
<i>G. Danesi, A. Gagliardi</i>	
Il castello Ursino a Catania: la costa scostata.....	1203
<i>G. Di Gregorio, F. Condorelli</i>	



Conservation of Martinengo Bastion, Famagusta, Cyprus.....	1209
<i>R. Eppich, M. Pittas, M. Zubiaga de la Cal</i>	
Paesaggi sublimi: un parco ecomuseale per valorizzare il patrimonio paesaggistico militare delle colline del Golfo della Spezia.....	1217
<i>E. Falqui, D. Reitano, L. Marinaro</i>	
Il parco multimediale delle mura di Padova: valorizzazione di paesaggi e percorsi culturali in un'ottica creativa e innovativa.....	1223
<i>A. Ferrighi</i>	
Paesaggi militari della Sardegna tra XVIII e XX secolo. Scenari di riconversione e di riuso integrato.....	1229
<i>D. R. Fiorino, S. M. Grillo, E. Pilia, M. Porcu, M. Vargiu</i>	
Conoscenza e approccio architettonico per la conservazione del Castello di Mirto Crosia in Calabria (Italy).....	1237
<i>C. Gattuso</i>	
Le fortezze della famiglia Ruffo in Calabria (Italia).....	1245
<i>C. Gattuso, P. Gattuso</i>	
Accessibilità integrata per architetture inaccessibili. I castelli della Sardegna (XIV-XV sec.).....	1253
<i>C. Giannattasio, A. Pinna, V. Pintus, M. S. Pirisino</i>	
Lungo le Mura del Cassaro di Palermo. Studi e rilievi architettonici e proposte per il turismo culturale.....	1261
<i>G. Girgenti</i>	
Atlante delle Opere Fortificate: un progetto ambizioso applicato alle opere fortificate alpine della Val Pellice.....	1269
<i>L. Grande, S. Pons</i>	
"Rodi antica, medievale e cavalleresca": exemplary restoration of a Walled City during the Italian Colonialism.....	1277
<i>M. M. Grisoni</i>	
Esclusione – Inclusione. Eptapyrgio, la fortezza di Salonicco.....	1285
<i>S. Gron, E. Gkrimpa</i>	
Attraversare paesaggi, collegare il patrimonio: trasformazioni militari in Liguria secondo il pensiero e i progetti di Napoleone.....	1293
<i>L. Marinaro, P. Granara, S. Di Grazia</i>	
Por un plan autonómico para la gestión de los castillos en la Comunidad Valenciana (España).....	1301
<i>J. A. Mira Rico</i>	
La musealización del patio y el almacén del Palau del Castell de Castalla (Alicante, España): nuevas aportaciones para el contexto de la provincia de Alicante.....	1309
<i>J. A. Mira Rico, M. Bevià i Garcia, J. R. Ortega Pérez</i>	

Archeologia della distruzione: i seicenteschi “Castelli del Mare” presso Castelfranco, a Finale Ligure (SV). Individuazione del tracciato e dei resti di una delle più imponenti fortezze del Ponente, contributo per la salvaguardia e la valorizzazione di un sito fragile e dimenticato.....	1317
<i>G. Pertot</i>	
Impronte del passato, forme del futuro: la valorizzazione dei siti fortificati attraverso l’arte Contemporanea.....	1325
<i>S. Pons</i>	
Programme to capitalize the fortified cultural heritage in Europe Research-Tourism-Marketing-Networking.....	1331
<i>D. Röder</i>	
Memoria dell’antico in alcune fortificazioni microasiatiche.....	1335
<i>E. Romeo</i>	
Una verifica nella gestione della conservazione programmata dei castelli recetto della Valtenesi a dieci anni dalle prime azioni: valutazioni, esiti e nuovi indirizzi.....	1341
<i>B. Scala</i>	
Il patrimonio fortificato della Repubblica di Venezia: per un'ipotesi di riformulazione della candidatura UNESCO.....	1349
<i>E. Zanardo</i>	
 MISCELLANY	
Fortificación del siglo XX en la orilla norte del estrecho de Gibraltar.....	1357
<i>A. Atanasio-Guisado, A. Martínez-Medina</i>	
Fortificazioni nel Mediterraneo: disegni di ambito spagnolo nella seconda metà del XVI secolo.....	1365
<i>P. Davico</i>	
Geometria e rappresentazione nell’architettura militare e civile a Malta.....	1373
<i>A. Mollicone</i>	
El 'aura' del 'residuo': aproximación estética y fenomenológica en torno a la ruina militar Moderna.....	1379
<i>R. Nicolau Tejedor, A. Martínez-Medina</i>	
L’opera di Punta Rossa, Caprera. Strategie di conoscenza e di progetto per un patrimonio costruito militare e il suo paesaggio.....	1387
<i>S. Pieri</i>	
Protection of a UNESCO transnational site: three different legislations for the "Venetian Works of Defence between the 16th and 17th Centuries: Stato da Terra – Western Stato da Mar".....	1395
<i>S. Rocco</i>	

## **Il Castello di Gorizia, analisi geometrica e rilievo con tecnologie avanzate**

**Giuseppe Amoruso<sup>a</sup>, Paola Cochelli<sup>b</sup>, Veronica Riavis<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Politecnico di Milano – Dipartimento di Design, Milano, Italy, giuseppe.amoruso@polimi.it, <sup>b</sup>Università degli Studi di Trieste – Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Trieste, Italy, paola.cochelli@phd.units.it, <sup>c</sup>Università degli Studi di Trieste – Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Trieste, Italy, veronica.riavis@phd.units.it

### **Abstract**

The research concerns the historical-geometric analysis and the three-dimensional reconstruction of the Castle of Gorizia, with the aim of experimenting with new technologies of acquisition, treatment and interactive dissemination of the architectural heritage.

Following the historical documentation recording, the work dealt with two issues: the digital reconstruction of documents in the different historical evolution of the manor and the data acquisition campaign through the combination of various advanced survey techniques (terrestrial laser scanning and digital photogrammetry with SfM algorithm).

Technologies of representation allow us to design the fruition of the architectural heritage according to an innovative and shared vision of cultural dissemination; the development of the research is activating a participatory and inclusive learning process that make cultural contents accessible to the community (from institutions, to third sector bodies, to the different categories of users).

**Parole chiave:** Castello di Gorizia, rilievo 3D, modellazione, fotogrammetria.

### **1. Introduzione**

La ricerca riguarda l'analisi storico-geometrica e la ricostruzione tridimensionale del Castello di Gorizia, con la finalità di sperimentare nuove tecnologie di acquisizione, trattamento e divulgazione interattiva del patrimonio architettonico.

Il Castello rappresenta uno dei manufatti architettonici più significativi della città, edificato intorno all'XI secolo ha subito numerose evoluzioni e trasformazioni sia di carattere architettonico che d'uso. La fortificazione attualmente richiama lo stile medievale; è il risultato del restauro avvenuto negli anni '30 in seguito ai bombardamenti del Primo Conflitto Mondiale. Recentemente è stata condotta una campagna di documentazione sull'evoluzione storica del sito consultando le fonti iconografiche conservate negli archivi del territorio goriziano e presso l'archivio disegni della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio del Friuli Venezia Giulia.

In seguito alla fase conoscitiva, il lavoro ha affrontato due aspetti: la ricostruzione digitale dei documenti nelle diverse evoluzioni storiche del maniero e la campagna di acquisizione dati mediante la combinazione di diverse tecniche di rilievo avanzato (scansione laser e fotogrammetria). L'indagine morfologica si basa sulla ricostruzione tridimensionale della cinta muraria e del nucleo a castello: ha una geometria poligonale irregolare con bastioni e torri polveriere, posizionati a quote altimetriche diverse, mentre il corpo centrale è composto da tre edifici che racchiudono la corte centrale.

Le tecnologie della rappresentazione permettono di progettare la fruizione del bene secondo una visione innovativa e condivisa del patrimonio culturale; lo sviluppo della ricerca prevede di attivare un percorso di apprendimento partecipato e inclusivo che lo rende accessibile alla comunità (dall'istituzione, all'operatore culturale, alle diverse categorie di utenti).

## 2. Il Castello di Gorizia. Evoluzione morfologica

Il castello costituisce per Gorizia il monumento principale, che ne caratterizza il volto e ne riassume la storia: perno della città isontina, polo dell'Antica Contea, unione di diverse culture e tradizioni. Collocato su un'altura isolata e di modeste dimensioni, promontorio di un sistema collinare inserito tra le valli dell'Isonzo e del Vipacco, da qualsiasi direzione lo si osservi il Castello di Gorizia si presenta con un aspetto sempre diverso, vista la sua composizione architettonica asimmetrica e irregolare. Guardandolo da settentrione, è stretto e slanciato caratterizzato da una torre semicircolare e dalla "Porta di Salcano". Dalla slovena Val di Rose ad Oriente, spicca invece il suo lato lungo e articolato corrispondente al Palazzo degli Stati Provinciali. In questa parte è posizionato l'accesso al castello dominato dal Leone marciano di San Marco, nascosto dalle mura che delimitano il Cortile delle Milizie. Verso Ovest, in direzione dei colli e della pianura friulana, la fisionomia del castello appare molto più razionale e ordinata: le fasce orizzontali sono interrotte dalle torri esterne scandite regolarmente tra cui il centrale "Torrione dell'Orologio". Il volto meridionale del maniero, infine, è schermato dal nucleo abitativo storico del Borgo preesistente al Castello stesso.

La costruzione della fortezza goriziana venne iniziata dai Conti Eppenstein e conclusa nel 1146 da Enrico IV di Sponheim. Tuttavia l'aspetto attuale è differente da come doveva apparire in epoca medievale, a causa dell'alternarsi di adattamenti, distruzioni e ricostruzioni. Quello che vediamo è il risultato di un accurato restauro conclusosi nel 1938 che è stato effettuato in seguito ai gravi danneggiamenti che il maniero subì durante la Prima Guerra Mondiale. La ricostruzione era mirata a dare un volto unitario ed archeologicamente obiettivo alla fortificazione goriziana che vide durante i secoli numerose trasformazioni effettuate per disparate esigenze funzionali e difensive. Il restauro conservativo ed integrativo fu curato dall'ingegnere e architetto Ferdinando Forlati, con l'apporto dei fratelli Giovanni e Ranieri Mario Cossar.

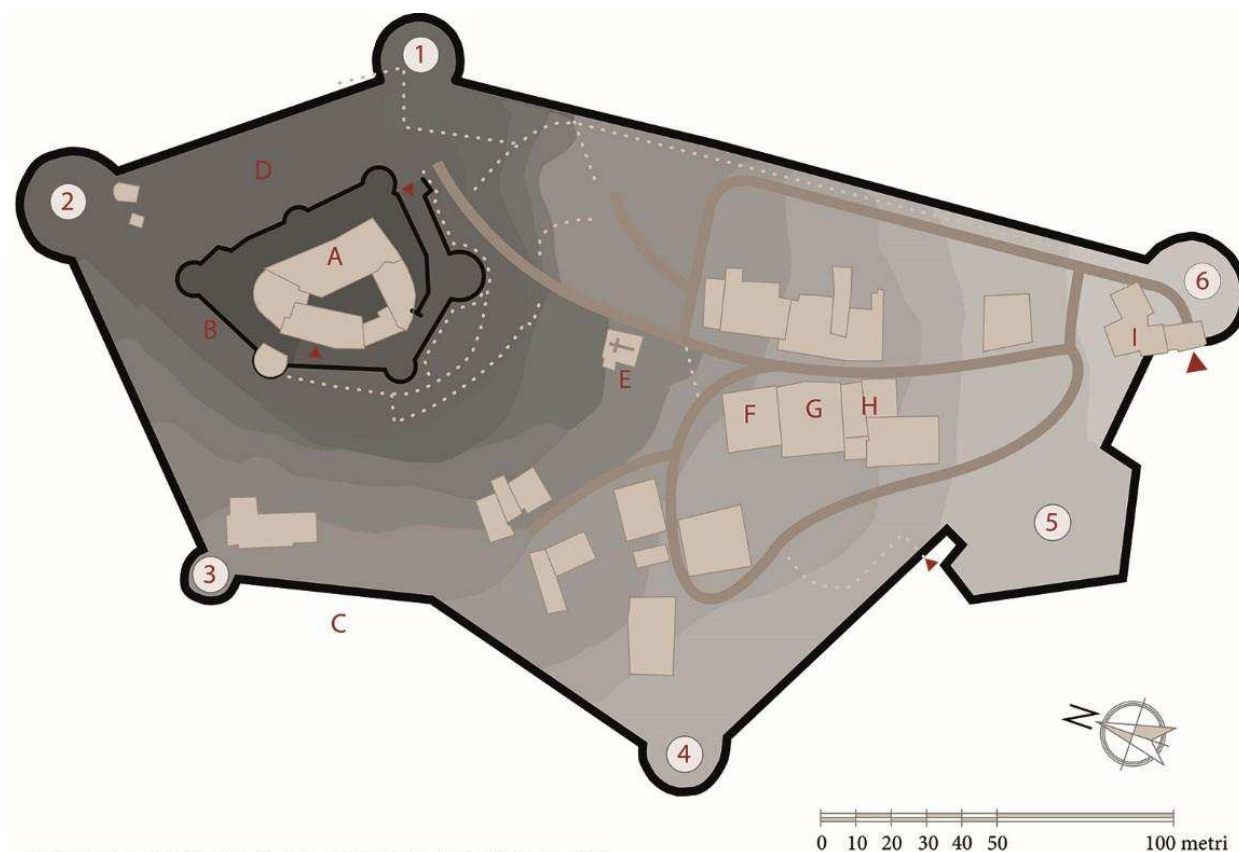
Il complesso del castello comprende il maniero stesso racchiuso da due cinte fortificate: una esterna che racchiude la cittadella del Borgo e una interna

che lo ingloba. Realizzata a più riprese dagli inizi del Cinquecento al Settecento, la cinta difensiva esterna segue un tracciato a linea spezzata: le cortine sono interrotte da cinque bastioni a pianta circolare e da un baluardo poligonale, praticabili in alcuni tratti presso i cammini di ronda.

Le mura e i bastioni, costruiti in blocchi di pietra arenaria, presentano inferiormente una "scarpa" inclinata che si interrompe in corrispondenza della cornice a sezione semicircolare per poi proseguire verticalmente. I nomi attribuiti ai bastioni e al baluardo (partendo da Nord-est in senso antiorario: Covacia, Zeresar, Verginio, Coloredo, Nuovo, della Porta), resi noti da una planimetria di Giovanni Pieroni del 1639, confermano la realtà plurilinguistica locale (sloveno, friulano, veneziano, italiano) (Malni Pascoletti, 2008).

Tra il bastione poligonale e quello "della Porta" si trova la "Porta Leopoldina", monumento parte integrante della cinta fortificata che fa accedere alla cittadella del Borgo Castello. Essa fu realizzata per onorare la visita avvenuta nel settembre del 1680 dell'imperatore del Sacro Romano Impero Leopoldo I d'Asburgo. Tale ingresso ricalca una tipologia di porta largamente diffusa nei castelli e nelle fortezze asburgiche presentando un'apertura ad arco per il passaggio di carri e carrozze, affiancata da una postierla per l'ingresso pedonale. Essa è caratterizzata dal bugnato semicilindrico "a bauletto" del paramento superiore, i cui conci sono allineati orizzontalmente sopra la cornice tangente la curvatura. Sopra i due fornicci sono disposte infine altrettante lapidi, tra cui lo stemma con l'aquila bicipite. (Malni Pascoletti, 2008). Al maniero si giunge percorrendo un percorso in salita che attraversa il Borgo della cittadella superiore caratterizzato dalla piccola chiesa quattrocentesca di Santo Spirito e dall'edificio seicentesco dei conti Formentini, che ora, assieme alle case Dornberg e Tasso, è sede dei Musei Provinciali e del Museo della Guerra.

Il castello goriziano presenta una pianta dal perimetro spezzato e irregolare ed è inglobato in un'alta cinta. Essa, merlata e costellata di finestre e feritoie, riprende planimetricamente il concetto del tracciato difensivo della cinta esterna con i cammini di ronda: le cortine sono rinforzate ai vertici da sei torrioni semicircolari, tra cui si notano a settentrione la



#### LEGENDA CASTELLO DI GORIZIA E SUO BORGO

- |  |                            |                    |
|--|----------------------------|--------------------|
| ① Bastione Covacia                     | A Castello                 | G Casa Tasso       |
| ② Bastione Zeresàr o Fiorito           | B Cinta muraria interna    | H Casa Dornberg    |
| ③ Bastione Verginio                    | C Cinta muraria esterna    | I Porta Leopoldina |
| ④ Bastione Coloredo                    | D Piazzale delle Milizie   | ▲ Ingresso         |
| ⑤ Baluardo Nuovo poligonale o Italiano | E Chiesa del Santo Spirito |                    |
| ⑥ Bastione della Porta                 | F Casa Formentini          |                    |

Fig. 1- Il castello di Gorizia e il suo borgo: schema delle principali emergenze architettoniche

torre di Salcano, addossata all'omonima Porta e risalente al XIV-XV secolo, e la torre dell'Orologio del XVI secolo. Il castello, accessibile dalla cortina a sud-est varcando la porta dominata dal Leone Marciano del 1508 attribuibile a Giovanni da Campione (Tavano, 1978), è composto da diversi edifici risalenti ad epoche diverse che racchiudono al loro interno la Corte dei Lanzi. Il cortile centrale fornisce una chiara visione delle varie fasi architettoniche che portarono all'aspetto attuale dal castello: oltre al pozzo profondo 50 m che riforniva d'acqua la fortezza, sono evidenti le fondamenta dell'antico mastio (XI-XII secolo) demolito nel corso del '500, in quanto costituiva un bersaglio vulnerabile alle artiglierie. Nella corte dei Lanzi

sono visibili i due edifici più antichi in pietra a vista: il duecentesco Palazzetto dei Conti, dove è collocato l'ingresso principale del Castello, caratterizzato da bifore e merlature rettangolari, e il Palazzo degli Stati Provinciali risalente al XV secolo. I due palazzi convergono verso un corridoio lungo ora sormontato da un raccordo semicircolare realizzato in periodo veneto che portava alla porta di Salcano e mentre il porticato Palazzetto Veneto del XVI-XVII secolo collega i due corpi principali a sud.

### 3. Analisi geometrica e ricostruzione 3D

Le ricerche sugli strumenti geometrici, proiettivi e visuali, nell'era del digitale, stanno generando nuovi rami di studio come





Fig. 2- Vista complessiva del castello con la cinta interna e torrioni

l'elaborazione visuale, la documentazione e la comunicazione digitale del patrimonio culturale, la progettazione generativa e la manifattura digitale. Le metodologie di analisi si indirizzano alla corretta descrizione della geometria tridimensionale, integrando l'acquisizione con set di nuvole da scanner terrestre e fotogrammetria *structure-from-motion*; i risultati sono notevolmente efficaci rispetto alla tipologia e alla interpretazione dello spazio architettonico. La definizione degli strumenti e delle tecniche di utilizzo ha tenuto conto di numerosi fattori in relazione al grado di dettaglio ipotetico restituito dal modello 3D finale. In sintesi tali criteri hanno riguardato: le caratteristiche del set di ripresa relative a superfici affrescate e statuaria in vera grandezza; le dimensioni di ingombro massime e la diversa tipologia delle superfici architettoniche e decorative; il dettaglio minimo e la tecnica artistica; il tipo e lo stato di conservazione dei materiali (in particolare, verificando se si tratta di superfici-materiali a comportamento quasi lambertiano); le caratteristiche dei sensori, della camera fotografica, del laser scanner e del relativo software di modellazione; le condizioni operative al contorno e l'accessibilità; le finalità complessive del rilievo e le successive integrazioni. Per gli strumenti di acquisizione si è volutamente utilizzata una gamma di prodotti di fascia media, con buone prestazioni, ottima flessibilità e versatilità e soprattutto con

costi bassi, considerando una eventuale uso di tale metodologia su applicazioni per beni culturali diffusi e archivi digitali di architettura. (Amoruso & Sdegno, 2013)



Fig. 3- La corte dei Lanzi nello stato attuale

Stiamo vivendo una nuova era perché oggi "lo sviluppo delle tecnologie digitali come il rendering in tempo reale (RTR) di modelli 3D e il Web 3.0 (ad esempio web semantico, web geospaziale, web 3D, etc.) ha aperto nuovi scenari di lettura e interpretazione dell'architettura storica, l'introduzione di nuove metodologie di diffusione e informazione non solo relative alle ricerche testuali, ma anche adoperando metodologie di navigazione geo-spaziali e spazio-temporali (Gaiani, 2015).

Le misure interne sono state operate con un scanner a sensore laser Faro Focus 330.

Le caratteristiche principali dei sensori Faro sono la scansione ad alta velocità fino a 976.000 punti/sec; la precisione sulla misura della distanza arriva fino a  $\pm 2$  mm all'interno di un intervallo da 0,6 a 350 metri. In base a queste condizioni operative e lavorando a breve distanza di ripresa, è stata raggiunta un'accuratezza dell'ordine di alcuni millimetri.

Le illustrazioni sono visualizzazioni della nuvola di punti; il modello complessivo composto da punti 3d può essere così visualizzato sia in modalità soggettiva, con viste prospettiche all'interno degli spazi per simulare il comportamento di una proiezione panoramica (Fig. 9), sia in modalità oggettiva, con viste dall'esterno dei volumi analizzati in proiezione ortogonale o assonometrica.

Nella fase iniziale del rilievo sono stati utilizzati gli strumenti di scansione laser validando la procedura operativa su uno scenario molto vasto,

con presenza di ostacoli ambientali, vincoli geometrici e su una scala quasi di contesto urbano, viste le dimensioni del castello; nella fase di sviluppo della documentazione sono state impiegate anche le tecniche di fotogrammetria digitale verificando le combinazioni delle diverse tecniche di modellazione 3d. Le diverse applicazioni del rilievo si rivolgono alla fruizione dei contenuti digitali; sono state realizzate delle riproduzioni fisiche di oggetti provenienti dalle collezioni del Castello e ricostruzioni provenienti dal modello digitale di rilievo per poi produrre modelli tattili.

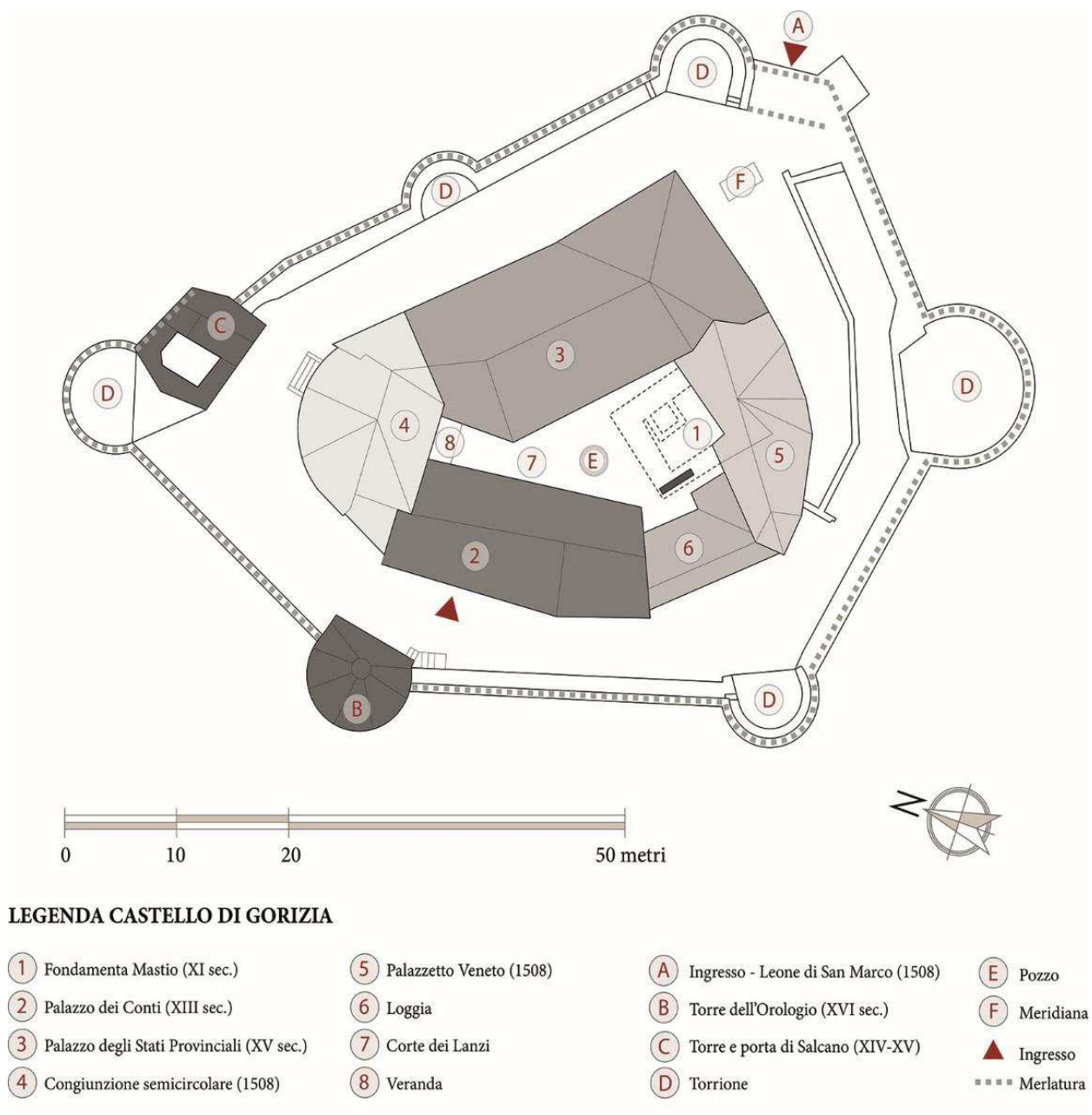


Fig. 4- Il Castello di Gorizia: schema delle principali emergenze architettoniche



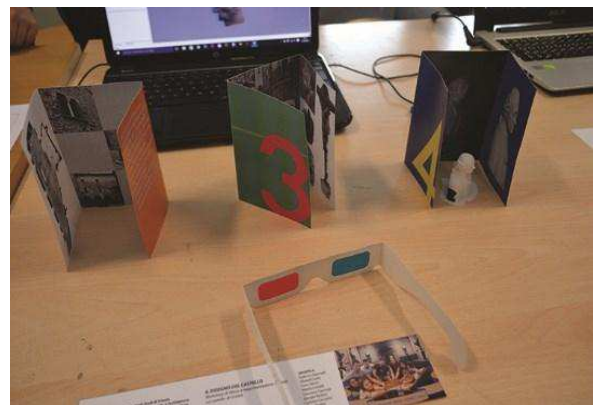


Figg. 5-6-7-8- Visualizzazione interattiva del rilievo tridimensionale

La sfida sta nel permettere una ampia fruizione attraverso la visualizzazione animata dei contenuti e l'esperienza immersiva al castello potendone apprezzare la sua evoluzione e le sue qualità in termini di storia, memoria e paesaggio culturale.

Questi primi risultati sono stati promossi a partire da un laboratorio di formazione avanzate

sulle tecnologie per il rilievo (Università di Trieste, Polo di Gorizia) e devono essere classificati come test sperimentali per lo sviluppo di una procedura operativa sul patrimonio diffuso e sul rapporto con l'identità di un territorio che ha vissuto vicende storiche che lo hanno anche diviso.



Figg. 9-10- Laboratorio di rilievo con tecnologie avanzate per lo sviluppo di applicazioni interattive, immersive e tattili

#### 4. Conclusioni

Il progetto esperienziale di accesso e diffusione del patrimonio culturale propone un sistema di mediazione fra il contesto territoriale, il sistema di beni culturali diffuso (materiali ed immateriali) e la comunità di riferimento intesa come soggetto fruitore, permettendo molteplici forme di rappresentazione dei beni e legittimandone valori, comprensione, fruizione e appropriazione differenziati, in forma diretta o utilizzando le tecnologie.

La diffusione delle competenze digitali può essere combinata con la necessità di innovazione e trasferimento tecnologico a beneficio del territorio.

## Notes

La ricerca fa parte di un programma scientifico promosso e coordinato da Alberto Sdegno nell'ambito del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile-Ambientale e Architettura presso l'Università degli Studi di Trieste interateneo con l'Università degli Studi di Udine. Gli autori hanno condiviso tutte le fasi di programmazione,

raccolta e interpretazione dei dati e successivo sviluppo delle applicazioni di fruizione; nella stesura del presente saggio, Paola Cochelli e Veronica Riavis hanno curato i paragrafi 1 e 2 e Giuseppe Amoruso ha curato il paragrafo 3 e 4. Illustrazioni a cura di Veronica Riavis ed elaborazioni 3D della nuvola a cura di Andrea Manti.

## References

- Amoruso, G. & Sdegno, A. (2013) Le prospettive nel Sacro Monte di Ossuccio. Il rilievo strumentale con il laser scanner 3D e note sul trattamento dei dati analitici. In: Conte, A. & Filippa, M. (eds.) *Patrimoni e siti Unesco. Memoria, misura e armonia: Atti del 35° Convegno Internazionale dei docenti della Rappresentazione, 24-26 ottobre 2013, Matera*. Roma, Gangemi Editore.
- Cavazza, S. (ed.) (1999) *Gorizia Barocca. Una città italiana nell'Impero degli Asburgo*. Gorizia, Edizioni della Laguna.
- Clini, P., Mehtedi, M., Nespeca, R., Ruggeri, L. & Raffaelli E. (2017) A digital reconstruction procedure from laser scanner survey to 3D printing: the theoretical model of the Arch of Trajan (Ancona). *SCIRESit – SCientific RESearch and Information Tecnology*, 7 (2).
- De Luca, L. (2011) *La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie*. Palermo, Dario Flaccovio Editore.
- Docci, M. (2013) Dal rilevamento con il laser 3d alla fotomodellazione. *Disegnare, idee immagini*, XXIII (n.46), 3-6.
- Gaiani, M. (2015) *I portici di Bologna. Architettura, modelli 3D e ricerche tecnologiche*. Bologna, Bononia University Press.
- Malni Pascoletti, M. (2008) *La cittadella fortificata di Gorizia e la Porta Leopoldina tra guerra e arte*. Gorizia, Edizioni Italia Nostra.
- Tavano, S. (1978) *Il castello di Gorizia e il suo borgo*. Gorizia, Libreria Adamo.
- Tomasi, L. (1985) *La selezione dei Beni Culturali: il restauro del castello di Gorizia*. Gorizia, Arti Grafiche Campestrini, Cassa di Risparmio.
- Visintini, D., Fico, B. & Spangher, A. (2006) Modellazione 3d dell'ambiente urbano mediante integrazione di scansioni laser aeree e terrestri: l'esempio del castello di Gorizia. In: *Atti del 51° Convegno Nazionale SIFET*, Castellaneta Marina (TA).