

20 DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

Ornella ZERLENGA, Vincenzo CIRILLO (Eds.)



DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN
Vol. XX

DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN
Vol. XX

Editors
Ornella Zerlenga, Vincenzo Cirillo
Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*



Series Defensive Architecture of the Mediterranean

General editor: Pablo Rodriguez-Navarro

The papers published in this volume have been peer-reviewed by the Scientific Committee of FORTMED2025_Caserta

© editors: Ornella Zerlenga, Vincenzo Cirillo

© editorial team: Alessandro Antonini, Margherita Cicala, Rosa De Caro, Angelo De Cicco, Felicia Di Girolamo, Carlo Di Rienzo, Monica Esposito, Raffaella Fiorillo, Francesca Gasparetto, Gianluca Gioioso, Fabiana Guerriero, Rosina Iaderosa, Gennaro Pio Lento, Daniele Lucariello, Luca Mangiacapre, Riccardo Miele, Mario Sansone, Adriana Trematerra, Veronica Tronconi

© cover picture: Rosina Iaderosa, Domenico Iovane (photo by drone)

© papers: the authors

© publishers: DADI_PRESS (Department of Architecture and Industrial Design, University of Campania *Luigi Vanvitelli*), edUPV (Universitat Politècnica de València)

© Copyright 2025 DADI_PRESS

Department of Architecture and Industrial Design, University of Campania *Luigi Vanvitelli*

ISBN: 978-88-85556-39-3 (four-volume collection)

ISBN: 978-88-85556-37-9 (vol. 20)

© Copyright edUPV (Universitat Politècnica de València) 2025

ISBN: 978-84-1396-335-8 (four-volume collection)

ISBN: 978-84-1396-333-4 (vol. 20)

edUPV Ref. 6829_01_01_01

DOI: <https://doi.org/10.4995/Fortmed2025.2025.20442>

ISSN: 2792-5633 (*Series Defensive Architecture of the Mediterranean*)

PROCEEDINGS of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast FORTMED 2025

Caserta, 10, 11 and 12 April 2025

CC BY-NC-SA 4.0

Legal Code: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.en>



Organization and committees

Organizing Committee

Chairs:

Ornella Zerlenga. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Vincenzo Cirillo. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Scientific Secretary:

Luigi Corniello (coordinator), Margherita Cicala, Rosina Iaderosa, Domenico Iovane, Alice Palmieri

Università della Campania *Luigi Vanvitelli*

Topic Chairs:

Danila Jacazzi. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Ornella Zerlenga. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Giuseppe Pignatelli Spinazzola. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Raffaella Aversa. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Vincenzo Cirillo. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Fabiana Forte. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Manuela Piscitelli. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Scientific Committee

Almagro Gorbea, Antonio. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Spain

Barrera Vera, José Antonio. Universidad de Sevilla. Spain

Bertocci, Stefano. Università degli Studi di Firenze. Italy

Bevilacqua, Marco Giorgio. Università di Pisa. Italy

Bragard, Philippe. Université Catholique de Louvain. Belgium

Bouزيد, Bouthaina. École Nationale d'Architecture. Tunisia

Bru Castro, Miguel Ángel. Instituto de Estudios de las Fortificaciones – AEAC. Spain

Cámara Muñoz, Alicia. UNED. Spain

Camiz, Alessandro. Özyeğin University. Turkey

Campos, João. Centro de Estudos de Arquitectura Militar de Almeida. Portugal

Castro Barba, Angelo. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain

Cherradi, Faissal. Ministère de la Culture du Royaume du Maroc. Morocco

Cirafici, Alessandra. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy

Cirillo, Vincenzo. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy

Cobos Guerra, Fernando. Arquitecto. Spain

Columbu, Stefano. Università di Cagliari. Italy

Coppola, Giovanni. Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli. Italy

Córdoba de la Llave, Ricardo. Universidad de Córdoba. Spain

Cornell, Per. University of Gothenburg. Sweden

Corniello Luigi, University of Campania *Luigi Vanvitelli*, Italy

Daci, Entela. Universiteti Politeknik i Tiranës

Dameri, Annalisa. Politecnico di Torino. Italy

Eppich, Rand. Universidad Politécnica de Madrid. Spain

Fairchild Ruggles, Dorothy. University of Illinois at Urbana-Champaign. USA

Fatta, Francesca. Università Mediterranea di Reggio Calabria. Italy

Faucherre, Nicolas. Aix-Marseille Université – CNRS. France

García Porras, Alberto. Universidad de Granada. Spain

García-Pulido, Luis José. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain

Georgopoulos, Andreas. Nat. Tec. University of Athens. Greece
 Gil Crespo, Ignacio Javier. Asociación Española de Amigos de los Castillos. Spain
 Gil Piqueras, Teresa. Universitat Politècnica de València. Spain
 Guarducci, Anna. Università di Siena. Italy
 Guidi, Gabriele. Politecnico di Milano. Italy
 González Avilés, Ángel Benigno. Universitat d'Alacant. Spain
 Hadda, Lamia. Università degli Studi di Firenze. Italy
 Harris, John. Fortress Study Group. United Kingdom
 Islami, Gjergji. Universiteti Politeknik i Tiranës. Albania
 Jiménez Castillo, Pedro. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
 León Muñoz, Alberto. Universidad de Córdoba. Spain
 López González, Concepción. Universitat Politècnica de València. Spain
 Marotta, Anna. Politecnico di Torino. Italy
 Martín Civantos, José María. Universidad de Granada. Spain
 Martínez Medina, Andrés. Universitat d'Alacant. Spain
 Mazzoli-Guintard, Christine. Université de Nantes. France
 Mira Rico, Juan Antonio. Universitat Oberta de Catalunya. Spain
 Navarro Palazón, Julio. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
 Orihuela Uzal, Antonio. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
 Parrinello, Sandro. Università di Pavia. Italy
 Pirinu, Andrea. Università di Cagliari. Italy
 Piscitelli, Manuela. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italia
 Pompejano Federica, Università di Genova, Italy
 Quesada García, Santiago. Universidad de Sevilla. Spain
 Rodríguez Domingo, José Manuel. Universidad de Granada. Spain
 Rodríguez-Navarro, Pablo. Universitat Politècnica de València. Spain
 Romagnoli, Giuseppe. Università degli Studi della Toscana. Italy
 Ruiz-Jaramillo, Jonathan. Universidad de Málaga. Spain
 Russo, Michele. Università degli Studi di Roma “La Sapienza”. Italy
 Santiago Zaragoza, Juan Manuel. Universidad de Granada. Spain
 Spallone, Roberta. Politecnico di Torino. Italy
 Toscano, Maurizio. Universidad de Granada. Spain
 Ulivieri, Denise. Università di Pisa. Italy
 Veizaj, Denada. Universiteti Politeknik i Tiranës
 Varela Gomes, Rosa. Universidade Nova de Lisboa. Portugal
 Verdiani, Giorgio. Università degli Studi di Firenze. Italy
 Vitali, Marco. Politecnico di Torino. Italy
 Vokshi, Armand. Universiteti Politeknik i Tiranës
 Zaragoza, Catalán Arturo. Generalitat Valenciana. Spain
 Zerlenga, Ornella. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy

Advisory Committee

Pablo Rodríguez-Navarro. President of FORTMED. Universitat Politècnica de València
 Giorgio Verdiani. Vice-president of FORTMED. Università degli Studi di Firenze
 Teresa Gil Piqueras. Secretary of FORTMED. Universitat Politècnica de València
 Roberta Spallone. FORTMED advisor. Politecnico di Torino
 Gjergji Islami. FORTMED advisor. Universiteti Politeknik i Tiranës
 Denada Veizaj, FORTMED advisor. Universiteti Politeknik i Tiranës

Technical-operating staff

Alessandro Antonini, Margherita Cicala, Rosa De Caro, Angelo De Cicco, Felicia Di Girolamo, Carlo Di Rienzo, Monica Esposito, Raffaela Fiorillo, Francesca Gasparetto, Gianluca Gioioso, Fabiana Guerriero, Rosina Iaderosa, Gennaro Pio Lento, Daniele Lucariello, Luca Mangiacapre, Riccardo Miele, Mario Sansone, Adriana Trematerra, Veronica Tronconi

Organized by:



Università
degli Studi
della Campania
Luigi Vanvitelli

*Dipartimento di Architettura e
Disegno Industriale*

With the patronage of:



CITTÀ DI CASERTA



COMUNE DI AVERSA

With the patronage of:

Partnership:



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento
di Architettura e Design



DESTEC
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



UNIVERSITETI
POLITEKNIK
I TIRANËS



SOPRINTENDENZA
ARCHEOLOGIA
BELLE ARTI E PAESAGGIO
CASERTA E BENEVENTO

With the patronage of:



ordine degli **architetti**
pianificatori paesaggisti conservatori
della provincia di **caserta**

CGA
STUDIO ASSOCIATO DI ARCHITETTURA
CARAFA E GUADAGNO



unione
italiana
disegno



SEZIONE CAMPANIA



**ORDINE DEGLI
INGEGNERI**
DELLA PROVINCIA
DI CASERTA



Table of contents

Preface	XIII
----------------------	------

Contributions

CHARACTERIZATION OF GEOMATERIALS

Geophysical investigation at the Castle of Ceglie Messapica (Italy).....	797
<i>D. F. Barbolla, L. De Giorgi, I. Ferrari, F. Giuri, C. Torre, G. Leucci</i>	

Un'originale architettura storica nella Piana di Sibari. Il Castello-Masseria di San Mauro	803
<i>C. Gattuso, D. Gattuso, T. Gattuso</i>	

Riflessioni sulla conservazione delle cortine murarie della cittadella fortificata di Berat, Albania	809
<i>G. Martines</i>	

Lorenese forts on the Tuscan coast: type, construction materials, state of preservation	817
<i>M. Mattone, F. Fratini, S. Rescic</i>	

Geopolymers: from origins to advanced applications of sustainable and adaptive materials	825
<i>L. Ricciotti, V. Perrotta, D. Lucariello, R. Aversa</i>	

Geopolymer materials from wastes for sustainable building application: mineralogical and morphological characterization	833
<i>G. Roviello, C. Migliaccio, F. Falzarano, E. De Gregorio, A. Occhicone, G. De Marino, O. Tarallo, F. Izzo, A. Langella, C. Ferone</i>	

Il Fortino Lorente a Forte dei Marmi: caratterizzazione petrografica dei materiali e tecniche di restauro.....	839
<i>M. Scalici, A. Di Paola, S. Garuglieri, I. Nizzi</i>	

Conservation of historical buildings: use of traditional and innovative consolidants for natural stones	847
<i>A. Verniero, I. Capasso, D. Caputo, B. Liguori</i>	

Conoscenza e conservazione di superfici fragili nei complessi fortificati del Trentino: antichi problemi e nuove sfide	855
<i>I. Zamboni</i>	

DIGITAL HERITAGE

Lo sguardo vigile. La fortificazione bizantina di Monte Kassar a Castronovo di Sicilia.....	867
<i>F. Agnello, M. Cannella, V. Garofalo</i>	

Architettura militare, la linea difensiva di Messina durante la Seconda Guerra Mondiale. Dati per l'ampliamento del progetto GIS sull'area peloritana	877
<i>A. Altadonna, A. Chillemi, G. Salvo, F. Todesco</i>	

The medieval fortress of Catino (Poggio Catino, RI). Recent digital survey and new architectural interpretations	885
<i>A. Angelini, V. Petraroli</i>	
Tra dongioni normanni ed echi federiciani, il Castello Rufo Ruffo di Scaletta Zanclea (ME). Ipotesi per la comunicazione e la fruizione.....	893
<i>M. Arena, S. Mercurio</i>	
Paesaggi fortificati. Pissignano e i castelli triangolari dell'Appennino Centrale.....	901
<i>F. Bianconi, M. Filippucci, S. Ceccaroni, C. Cerbai, F. Cornacchini, M. Cozzali, M. Meschini, A. Migliosi, C. Mommi, R. Rossi, L. Suvieri</i>	
Studying Marseille's citadel: a multiple perspectives strategy	909
<i>J. Y. Blaise, I. Dudek, A. Pamart, L. Bergerot, I. Fasse</i>	
Sperimentazione di LiDAR a stato solido per comparti urbani fortificati. Il caso studio dei vicoli saraceni di Forio d'Ischia.....	919
<i>M. Campi, V. Cera, M. Falcone</i>	
Il Fratello ritrovato. Ricostruzione virtuale di un forte ottocentesco genovese	927
<i>C. Candito, A. Meloni</i>	
Rilievo 3D e Ricostruzione Digitale della Fortezza di Bergamo: la tenaglia di Sant'Agostino e la cannoniera di San Michele.....	935
<i>A. Cardaci, P. Azzola, A. Versaci</i>	
The defensive system of the fortified citadel of Berat.....	943
<i>R. Casalino, V. Cerroni, M. Mastrapasqua, A. Occhinegro, B. Qosja</i>	
The defensive system of Montecatini Val di Cecina. Digital integrated relief for knowledge and enhancement	949
<i>R. Castiglia, L. Ceccarelli</i>	
Reconstrucción de la muralla virreinal de Lima: Análisis histórico, urbano y tecnológico mediante fotogrametría y GIS.....	957
<i>D. J. Celis-Estrada, P. Rodriguez-Navarro, T. Gil-Piqueras</i>	
Strategie di valorizzazione del patrimonio culturale "minore". Analisi, rilievo e riconfigurazione digitale dell'Abbazia di San Nicola di Casola in Otranto, ponte tra Oriente e Occidente.....	965
<i>G. M. Cennamo, F. Tarantino</i>	
Traces of the fortification past from poor ruins: the extreme case of Torre Flavia	973
<i>A. Charalambous, G. Verdiani, A. Pasquali</i>	
Il paesaggio militare del XX secolo a <i>Is Mortorius</i> . La Sardegna tra storia e disegno.....	981
<i>E. Chiavoni, A. Martínez-Medina, N. Paba, A. Pirinu, G. Sanna</i>	
Il Circeo e il sistema di fortificazione di torri sul mare.....	989
<i>M. G. Cianci, D. Calisi, S. Colaceci, S. Botta, M. Schiaroli</i>	
Complesso nuragico di Palmavera ad Alghero. Rilievo e ricostruzione digitale.....	997
<i>E. Cicalò, M. Valentino, A. Fusinetti, A. Sias, D. Simula, N. Corgiolu</i>	

Una iper-mappa del Castello di Ischia a supporto della lettura del contesto antropizzato: nuove ipotesi sulla configurazione di un ambito urbano	1005
<i>S. D'Auria, M. I. Pascariello, G. Antuono, P. D'Agostino</i>	
La conoscenza del patrimonio fortificato di Terraloggia in Pago Veiano. Rilievi e prime considerazioni	1013
<i>A. De Cicco</i>	
I castelli sul mare di Puglia visti dall'alto	1021
<i>A. Diceglie</i>	
L'Isola d'Elba nella Seconda guerra mondiale. Studi e riflessioni a 80 anni dallo sbarco del 17 giugno 1944	1029
<i>T. Empler, A. Caldarone</i>	
Torri costiere della Calabria Citra. Il caso della Torre-Isola Talao a Scalea (CS).....	1037
<i>F. Fatta, L. Pizzonia, F. Stilo</i>	
Scan-to-BIM strategies and standards for HBIM purposes. A case study	1045
<i>E. J. Fernández-Tapia, J. A. Benavides-López, J. A. Barrera-Vera</i>	
Torre di Santa Maria dell'Alto, Nardò (LE): studio architettonico per la conoscenza e la conservazione	1053
<i>I. Ferrari, F. Giuri, A. Giuri</i>	
Multi-scalar digital approaches for heritage knowledge. Integrated documentation strategies of the Morella fortifications in the cultural route of Jaime I.....	1061
<i>F. Galasso, F. Picchio</i>	
I "torresini da polvere" della Serenissima: storia, rilievo e ricostruzione digitale di un'architettura militare perduta	1069
<i>L. Galeazzo, G. Dellabartola, F. Panarotto</i>	
Forte San Giovanni: dal rilievo digitale, all'accessibilità culturale, passando per la modellazione e ricostruzione BIM delle fasi storiche del sito	1079
<i>R. M. Giannelli, M. Afonchanka, M. Codeglia</i>	
Erice: la cinta muraria, le porte e i percorsi extra-moenia su Monte San Giuliano. Rilievo, analisi grafica e interpretazioni digitali	1087
<i>G. Girgenti, F. Avella, D. G. Abbate</i>	
Conoscenza e divulgazione della Torre di Cala Moresca all'Argentario. Dal rilievo dello stato di fatto all'ipotesi ricostruttiva	1093
<i>F. Lanfranchi, P. Barlozzini, M. Fasolo, E. Guarino</i>	
Connessioni ritrovate. La rete delle torri della Calabria Ultra: mutui sguardi tra passato e presente....	1101
<i>N. La Vitola, S. Mollica</i>	
Esperienze digitali immersive per il patrimonio culturale: il caso studio del Forte di Fortezza e dei suoi armamenti	1109
<i>A. Luigini, G. Nicastro, M. Ceracchi, M. Menendez-Blanco, R. Cuel, F. Condorelli</i>	
The Montalbano Fortress, an updated report about a lost fortification in the Gulf of La Spezia	1119
<i>L. Marinaro, G. Verdiani</i>	

Verso un glossario grafico castellano. Rilievo e catalogazione degli elementi tipologici delle architetture fortificate in Umbria	1127
<i>V. Menchetelli, F. Cotana, E. Dottorini</i>	
Análisis territorial y caracterización tipológica-constructiva de la torre del Villar de Oria (Almería) mediante modelos digitales	1135
<i>J. Moya-Muñoz</i>	
Documentare i caratteri dei sistemi fortificati in terra cruda dello Ksar di Tamnougalt in Marocco	1143
<i>G. Pancani, A. Pettineo</i>	
Surveying and LiDAR scanning of fortification on Goriška Gradina site near Šibenik.....	1151
<i>J. Pavić, T. Zojčeski, A. Nakić</i>	
Su alcune chiese medievali inglobate in strutture fortificate. I casi di Trani, Bari e Monopoli in Puglia	1157
<i>P. Perfido, N. Rossi, S. Narracci</i>	
Digital dialogues between Military Architecture Treatises. The case of “Le Fortificationi...” by Bonaiuto Lorini and “La Fortificatione guardia difesa et espugnatione delle fortezze...” by Francesco Tensini.....	1165
<i>P. Rechichi, V. Miele, M. G. Bevilacqua</i>	
Le fortificazioni di Rutigliano: studio e ricostruzione tramite il rilievo digitale	1173
<i>N. Rossi</i>	
San Benedetto alla Canapina: una “chiesa-torre” come cerniera verticale tra la città vecchia e la città nuova.....	1181
<i>R. Rossi, F. Bianconi, M. Filippucci</i>	
Survey experiences of city walls of Alessandria and Lucca: an overview	1189
<i>M. Russo, M. Asciutti, G. Flenghi, M. Casciola, P. Bertoncini Sabatini, G. Caroti</i>	
Ontological definition of Information Classes for Early Modern fortified heritage	1197
<i>M. Saccucci, A. Pelliccio, A. Giordano</i>	
Multi-objective VR-based strategy for preservation and promotion of cultural heritage.....	1205
<i>M. Scorpio, A. Rosato, M. Masullo, D. Jacazzi, R. Serraglio, V. Cirillo, D. Cermola, G. Rea, R. Iaderosa, S. Iachini, G. Ciampì</i>	
Parametric variations of the “delineazioni seconde delle fortezze, e dell’ortografia loro”, from the Trattato di Fortificatione by Guarini.....	1213
<i>R. Spallone, M. Vitali, F. Natta, E. Pupi</i>	
Le fortificazioni urbane di Alghero. Documentazione carto-grafica dell’evoluzione storica.....	1221
<i>M. Valentino, N. Corgiolu</i>	
Out of time but in the right place: a first report about the “old tower” on the Gorgona’s island.....	1229
<i>G. Verdiani, Y. Ricci, S. Giraudeau</i>	

Preface

After the first edition of the *International Conference FORTMED*, held in 2015 in Valencia and promoted by the President of the *International Scientific Society for Mediterranean Fortifications* (FORTMED), Prof. Pablo Rodríguez-Navarro from the Universitat Politècnica de València, the international event celebrates a decade of activity in 2025, establishing itself as one of the main reference points in Europe for the study, conservation, and enhancement of Mediterranean fortified architecture.

The eighth edition is once again hosted in Italy and is organized by the Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Department of Architecture and Industrial Design (DADI).

In collaboration with various local, national, and international institutions, this eighth edition represents a renewed opportunity to further explore Mediterranean fortifications from a historical-cultural perspective while also reviving the debate on the strategic role of defensive architectures in relation to contemporary realities.

The Mediterranean is a region characterized by an extraordinary diversity of cultures, languages, and traditions, but it is also an area where fortifications have always played a crucial role in the defense of communities and commercial exchanges.

Indeed, fortifications scattered along the Mediterranean coasts and inland territories tell stories of conflicts, cultural exchanges, defense strategies, and technical/technological innovations. The need to understand and protect this heritage is becoming increasingly important, particularly in response to threats such as abandonment, degradation, and transformation of the urban and coastal landscape.

Furthermore, the valorization of this heritage is increasingly essential where strategies for sustainable use can trigger virtuous production processes while respecting both the identity testimonies recognized by local communities and the increasingly multidisciplinary scientific studies involving architects, engineers, archaeologists, historians, geographers, and specialists in conservation and restoration.

The eighth edition of FORTMED 2025 has maintained this interdisciplinary structure, welcoming contributions ranging from historical research to the analysis of construction materials, the use of digital technologies, and the management and promotion of Fortified Heritage.

As in previous editions, all contributions have undergone a rigorous double-blind peer review process to ensure the high scientific quality of the publications collected in the volumes of the “Defensive Architecture of the Mediterranean” series, now reaching its twenty-first volume.

In this edition, particular attention has been dedicated to the evolution of defense techniques over the centuries and the role of fortifications in contemporary times.

Discussions have addressed the influence of new technologies for the documentation and conservation of heritage, as well as the use of digital tools for modeling and structural analysis. Additionally, the pros and cons of the impact of mass tourism on fortified sites, in contrast with sustainable tourism that enhances cultural awareness regarding restoration and management policies, have been examined.

The eighth edition of FORTMED 2025 received numerous contributions. Among them, approximately 195 papers were selected, written by more than 370 authors and subjected to double-blind peer review by the Scientific Committee and field experts. The authors come from various countries, including Italy, Spain, Albania, Algeria, Croatia, France, Germany, Greece, Mexico, Poland, Portugal, Serbia, and Turkey.

As envisioned by the FORTMED Conferences, the participation of authors reflects a diverse community, not only comprising university researchers but also independent scholars, professionals, representatives of cultural heritage protection institutions, volunteers, and members of cultural associations, as well as doctoral candidates and graduate students, who have always represented the future of research.

The broad participation of multiple countries has allowed FORTMED to evolve over the years into an important platform for research and dissemination, fostering dialogue among experts and promoting the spread of innovative knowledge. The aspiration for this edition is that the conference will continue to stimulate new studies and collaborations, significantly contributing to the valorization of Mediterranean Defensive Heritage.

As introduced at the beginning, this edition marks a significant milestone in the history of FORTMED: the tenth anniversary of the conference. Ten years of studies, meetings, and research have expanded the knowledge landscape of Mediterranean fortified architecture, involving an increasing number of experts and scholars from various disciplines. In this sense, the International Conference FORTMED 2025 has also become an opportunity to reflect on past progress while outlining new research perspectives aimed at a greater sharing of knowledge and experiences.

One of the fundamental objectives of FORTMED 2025 has been the inclusion of new perspectives and innovative approaches in the study of Mediterranean fortifications.

In addition to historical-architectural studies, the conference has provided space for research analyzing the social and economic impact of fortifications when integrated into contemporary urban regeneration plans, assessing the costs and benefits of their rehabilitation and enhancement. Similarly, great interest has been shown in the topic of advanced digital technologies (such as 3D modeling and augmented reality), whose applications offer new possibilities for documenting and remotely experiencing defensive heritage, which is often inaccessible.

Another central aspect of the conference has been sustainability in conservation actions for fortified heritage. These architectures, often located in environmentally sensitive areas and in an advanced state of degradation, require management strategies that consider the balance between preservation, accessibility, and contribution to local development, as well as the maintenance of the site itself.

This is why integrating fortifications into cultural-tourism circuits represents a significant challenge, and FORTMED 2025 has provided a valuable opportunity to discuss best practices and innovative strategies in this field. We firmly believe that this eighth edition of FORTMED 2025 in Caserta has once again confirmed its success, bringing together a scientific and cultural community united by a vision in which the valorization of these historical testimonies embodies an ethical principle: transitioning from war to peace as an expression of harmony and empathy among people.

In conclusion, as chairs of this 2025 edition, we wish to express our gratitude to all those who made the organization of this event possible.

A special thanks goes to the Scientific Committee, which ensured the high-quality standards of the presented research; to the Topic Chairs, who coordinated the seven thematic areas of the conference: Danila Jacazzi (Historical Research), Ornella Zerlenga (Theoretical Concepts), Giuseppe Pignatelli Spinazzola (Research on Built Heritage), Raffaella Aversa (Characterization of Geomaterials), Vincenzo Cirillo (Digital Heritage), Fabiana Forte (Culture and Management), and Manuela Piscitelli (Miscellany); and to the Organizing Committee for its constant dedication to the successful realization of the conference.

We also extend our thanks to the academic institutions, local authorities, and scientific associations that sponsored this edition of FORTMED 2025, as well as to the sponsors who placed their trust in the event and supported its organization.

Finally, our heartfelt gratitude goes to the authors and participants, whose contributions have been essential to the success of the initiative.

We are confident that FORTMED 2025 will offer new study perspectives and further strengthen the international research network on Mediterranean defensive architecture.

Ornella Zerlenga, Vincenzo Cirillo
FORTMED 2025 Chairs

Digital Heritage

Il Circeo e il sistema di fortificazione di torri sul mare

Maria Grazia Cianci^a, Daniele Calisi^b, Sara Colaceci^c, Stefano Botta^d, Michela Schiaroli^e

Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Architettura, Roma, Italia, ^amariagrazia.cianci@uniroma3.it, ^bdaniele.calisi@uniroma3.it, ^csara.colaceci@uniroma3.it, ^dstefano.botta@uniroma3.it, ^emichela.schiaroli@uniroma3.it

Abstract

The coastal fortification system of towers in San Felice Circeo represents a significant historical and architectural heritage, bearing witness to the strategic position of the area along the Tyrrhenian coast. At the heart of this system lies the Napoleonic Fort, a defensive structure dating back to the 19th century, which still remains partially hidden within the surrounding landscape.

Built during the Napoleonic era in 1806, the Napoleonic Fort was designed to defend the coastline from potential seaborne attacks. Over time, the fort has undergone several transformations and restorations, which have preserved its structural integrity, allowing visitors to closely admire this historical symbol of San Felice Circeo. However, despite its importance, the fort is currently in a deteriorating condition.

This contribution delves into the study of the system of towers and batteries in the Circeo area, with a particular focus on the Napoleonic Fort. It combines the analysis of available bibliographical and iconographic sources with detailed surveying and three-dimensional reconstruction of the structure in its current state, as part of a broader research initiative by the Prin CostaMED¹ project. The pilot area of this research includes the Sabaudia dune and a section of the Circeo cliff. In this context, the integration of advanced digital surveying techniques, such as laser scanning and terrestrial photogrammetry, allows for a deeper investigation of the site, capturing and delivering a detailed depiction of its current condition. This model proves essential for examining the fort's transformations and preservation in relation to its original form and also serves as a tool for potential future restoration efforts. The photorealistic replica of the site can thus be understood as a new form of archival source, capturing the structure at a specific moment in time, and becoming a tool for research, management, and dissemination of the built heritage.

Keywords: Circeo, Fortino Napoleonico, digital survey, 3D reconstruction.

1. Introduzione

Il patrimonio difensivo italiano è, purtroppo, fortemente compromesso a causa delle sue funzioni di utilizzo, basti pensare alla distruzione arrecata alle torri costiere laziali durante la dominazione napoleonica per mano delle flotte inglesi, ma anche i danni arrecati durante la Seconda guerra mondiale che causò tra le altre la distruzione della Torre di Fogliano presente nell'area oggetto della ricerca (De Rossi, 1971). In quest'ottica il sistema difensivo con torri lungo la costa laziale è una manifestazione affascinante della strategia

militare e architettonica sviluppata nel corso dei secoli. Queste torri, costruite in epoche differenti, rappresentano non solo un'indicazione della tecnologia militare dell'epoca, ma anche del contesto storico e sociale in cui sono state erette, come le incursioni dei pirati Saraceni prima e dei Turchi poi, che depredavano le popolazioni delle coste del Lazio sin dall'Alto Medioevo, costringendo lo Stato Pontificio a provvedere alla costruzione di torri litoranee (De Rossi, 1971; Grillo, XVII sec.).

2. Sistema difensivo del promontorio del Circeo

Ad oggi le torri costruite a difesa del promontorio del Circeo sono in totale sei, di cui soltanto una conserva la struttura originale, cioè Torre Paola, voluta da Papa Paolo III nella prima metà del XVI secolo (Grillo, XVII sec.). Le altre torri hanno subito ricostruzioni o restauri significativi e una di esse, Torre Moresca, è attualmente ridotta in rovina, con solo il basamento che ne testimonia l'esistenza. L'ordine di edificare il sistema difensivo fu impartito da Papa Pio IV (1559-1565) per contrastare le incessanti incursioni dei pirati Saraceni. Nel 1562, attraverso un Breve papale, delegò ai signori di Sermoneta e San Felice il compito di costruire le prime quattro torri: Paola, Fico, Cervia e Moresca. Nel Breve di Pio IV, datato Roma, 8 gennaio 1562, si legge:

“Non senza grave angoscia d'animo, considerando quante numerose e quanto frequenti calamità, iattura e danno i pirati turchi e africani abbiano apportato [...] vi ordiniamo di costruire a vostre spese (Nicolò e Bonifacio Caetani) una torre di difesa presso il Lago di Paola, un'altra sulla rupe del Fico, un'altra alla Cala Cervia e una quarta alla Cala Moresca o Concolino, tutte idonee ad accogliere guarnigioni di soldati”.

Le quattro torri situate alla base del Promontorio presentano una forma rotonda, mentre quelle nella pianura hanno una base quadrata o rettangolare, orientate in modo da avere uno spigolo rivolto verso il mare per offrire una maggiore protezione contro le cannonate provenienti dalle navi nemiche.

La costruzione delle torri fu finanziata dai Caetani, mentre il munizionamento e il mantenimento delle guarnigioni erano a carico dello Stato Pontificio.

Torre Vittoria, invece, fu edificata nel terzo decennio del XVII secolo, mentre quasi contemporaneamente la vecchia Torre Olevola venne demolita per fare spazio a una nuova costruzione più ampia ed efficiente.

Le torri hanno un diametro che varia tra i 7,50 e i 9 metri, con un'altezza compresa tra i 12 e i 15 metri. La base, progettata a “scarpa” e priva di aperture, si elevava su due piani oltre alla piazza d'armi, con un coronamento dotato di beccatelli e caditoie, protetto dallo “scudo”. L'ingresso era situato al primo piano e vi si accedeva tramite un ponte levatoio.



Fig. 1 - Il promontorio del Circeo in una carta del XVI sec. di Angelo Breventano: *Mons Circaeius ad vivum delineatus* (Ortelius, 1603 [1595]).

3. Aspetti geometrici in pianta e alzato

Le torri costiere laziali, erette principalmente tra il XV e il XVII secolo, presentano varie forme geometriche in pianta, ciascuna studiata per rispondere a specifiche esigenze difensive e strategiche. La forma più comune è quella circolare, scelta per la sua efficacia difensiva che garantisce una distribuzione omogenea della pressione e permette di resistere meglio all'impatto di proiettili grazie all'assenza di angoli retti. Internamente, questa tipologia permette di ottimizzare gli spazi per l'alloggiamento delle truppe, delle armi e dei rifornimenti, consentendo una efficiente movimentazione interna.

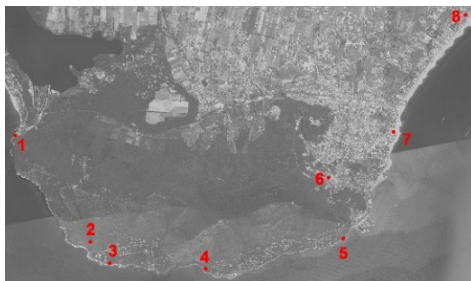


Fig. 2- Aerofotogrammetria con indicazione del sistema difensivo del promontorio del Circeo. 1 Torre Paola, 2 Torre Moresca, 3 Batteria Moresca, 4 Torre Cervia, 5 Torre Fico, 6 Torre dei Templari, 7 Torre Vittoria, 8 Torre Olevola (elaborazione degli autori, 2024).

Le torri poligonali, spesso a forma quadrangolare, esagonale o ottagonale, offrono una superficie di avvistamento più ampia e possono includere più feritoie per l'artiglieria, sfruttando al massimo i

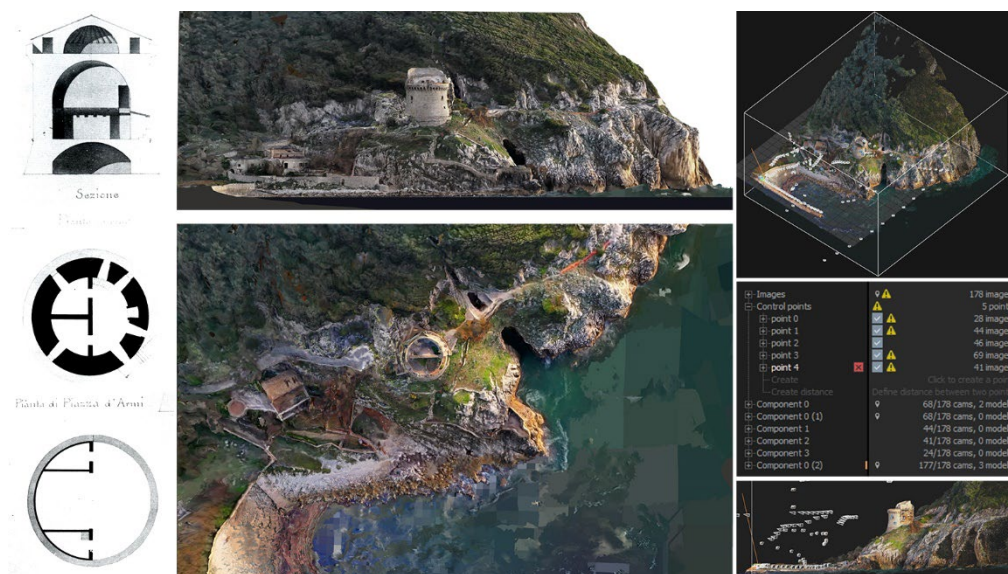


Fig. 3 - Disegni del XIX sec. di Torre Paola (De Rossi, 1971, fig. 165) e rilievo SfM ottenuto da tre video da drone, recuperate in rete, e fotografie ad alta risoluzione da terra con Canon Eos 6D (elaborazione grafica degli autori, 2024).

punti di accesso al fuoco. Questa configurazione facilita anche la creazione di accorgimenti difensivi più complessi, come i parapetti, disposti in modo ottimale lungo i lati.

Le feritoie sono distribuite lungo le pareti per offrire una migliore linea di fuoco della linea.

Nella sezione verticale, la maggior parte delle torri presenta un profilo slanciato, talvolta sormontato da merlature o parapetti che svolgono una duplice funzione estetica e difensiva. L'altezza delle torri, oltre a permettere una visuale maggiore, gioca un ruolo cruciale anche nella progettazione delle rampe e delle scale interne per consentire un rapido accesso ai livelli superiori, dove si trovano normalmente le postazioni di avvistamento e di armamento. In molte torri, come Torre Astura, le scale sono realizzate in pietra, permettendo un accesso sicuro anche sotto attacco. Inoltre, è spesso usato un sistema di rinforzi in pietra e malta che aumenta la stabilità e la resistenza all'azione del mare e delle intemperie.

Un altro elemento significativo è dato dai contrappesi per l'ancoraggio delle strutture al suolo, in particolare per quelle erette in prossimità del mare, dove le forze erosive possono essere intense. Pertanto, le sezioni basali delle torri spesso presentano un ingrossamento rispetto al

resto della struttura. La campagna di rilievo si è concentrata al momento sui siti maggiormente accessibili (Torre Paola, Batteria Moresca, Torre Vittoria e Torre Olevola). Per la realizzazione di campagne fotogrammetriche si è fatto uso di una Canon 6D, con obiettivo a lunghezza focale variabile.

3.1. Torre Paola

Torre Paola fu la prima delle torri del monte Circeo ad essere costruita. L'autorizzazione alla sua edificazione in epoca medievale fu data da Papa Paolo III dal quale prese il nome; tuttavia, non è certo a questa seguì una prima costruzione. La prima indicazione certa della sua edificazione è riscontrabile nei documenti del gennaio 1562 quando Papa Pio IV incarica la famiglia Caetani di detta costruzione. Questa, infatti, risulta pronta a fronteggiare le incursioni dei pirati già nel febbraio 1563.

Torre Paola, che troneggia sul canale di Nerone di congiunzione con il lago di Sabaudia dall'alto della rupe, è attualmente proprietà privata e non accessibile.

Il progetto di fotomodellazione del sito ha preso in considerazione sia fotografie scattate dal molo del Canale di Nerone, che corre parallelamente alla torre stessa, sia fotogrammi estrapolati da

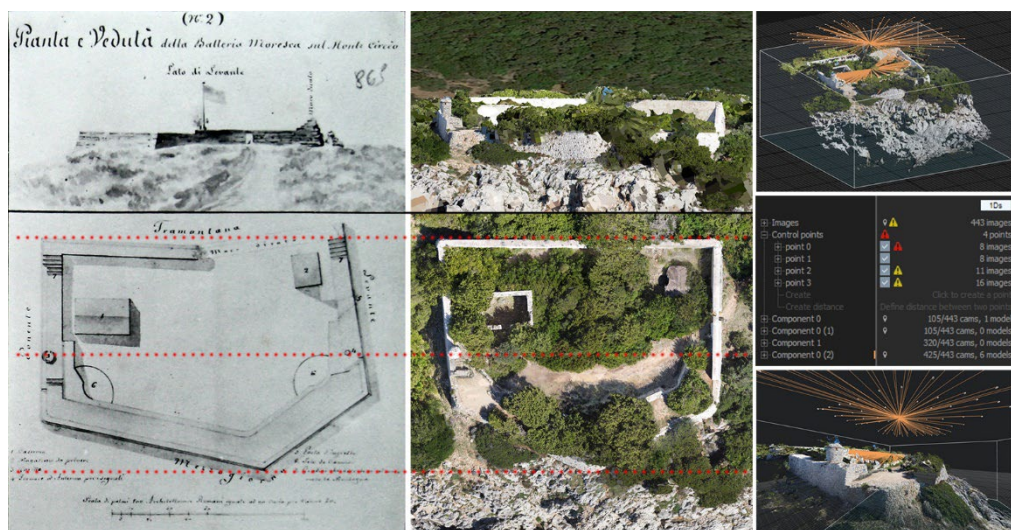


Fig. 4- Disegno di Progetto della Batteria Moresca e confronto con gli ortofotopiani, in cui si evidenzia una diversa misura in larghezza. Nuvola di punti e mesh ottenuta con la doppia campagna di rilievo fotografico (elaborazione grafica degli autori, 2024).

alcuni video amatoriali recuperati in rete e che riprendono in diversi piani sequenza la torre da posizioni in quota e variegata rispetto alla linea del molo. Il software di modellazione SfM, come per la batteria moresca, ha suddiviso i gruppi di foto in base alla provenienza: 3 video e campagna fotografica da terra. A causa della diversa risoluzione dei fotogrammi delle riprese e delle foto con Canon Eos 6D non si è trovato allineamento tra le quattro componenti, ed è dunque, stato necessario il riconoscimento manuale di 5 punti caratteristici su 200 scatti per recuperare l'allineamento di tutti i fotogrammi caricati, eccetto uno. Il modello ottenuto, seppure con texture non ad alta risoluzione per le superfici dei piani orizzontali (ricavate dalle immagini da drone) è completo, soprattutto per la componente paesaggistica di grande rilevanza in questo luogo di transizione tra scogliera e duna, con persistenze archeologiche.

3.2. Batteria Moresca “il Fortino”

L'invasione napoleonica alterò profondamente gli equilibri dell'Italia settecentesca, portando lo Stato Pontificio vicino alla scomparsa definitiva. Durante il pontificato di Pio VII, lo Stato continuò a funzionare fino al 1808, quando l'Italia subì una nuova invasione francese. Sotto la dominazione francese, con Papa Pio VII prigioniero in Francia, lo Stato Pontificio venne suddiviso in prefetture, e il Circeo fu

amministrato da un sottoprefetto con sede a Velletri. In questo contesto, il Promontorio divenne strategico come avamposto di confine, e presso l'acropoli fu installato un telegrafo ottico, noto come telegrafo di Chappe.

Il colonnello filofrancese Vincentie di Ginevra, di stanza a San Felice, fortificò il paese per prevenire incursioni napoletane, già presenti a Terracina. Rafforzò la torre del centro storico con cannoni e costruì due batterie costiere, dotate di quattro cannoni. Furono accumulate scorte di viveri, armi e munizioni, e rinforzate le guarnigioni locali.

Nel 1809, le tre torri di difesa costiera, Torre Moresca, Torre Cervia e Torre Fico furono neutralizzate dagli inglesi, rendendo il Circeo una base per corsari e inglesi, che saccheggiavano il territorio pontino, ostacolando il commercio. Per contrastare la pirateria, l'autorità francese ordinò al colonnello Vincentie di costruire due batterie di artiglieria ai piedi del promontorio. Con l'impegno di circa 700 soldati, furono realizzati i “fortini” di Cervia e Moresca, quest'ultima ancora esistente, a testimonianza delle fortificazioni erette in un periodo di conflitti e instabilità.

Documenti del 1817 mostrano che le Batterie Cervia e Moresca furono costruite nel 1811 per sostituire le omonime torri ormai in rovina. Realizzate in fretta, necessitarono presto restauri

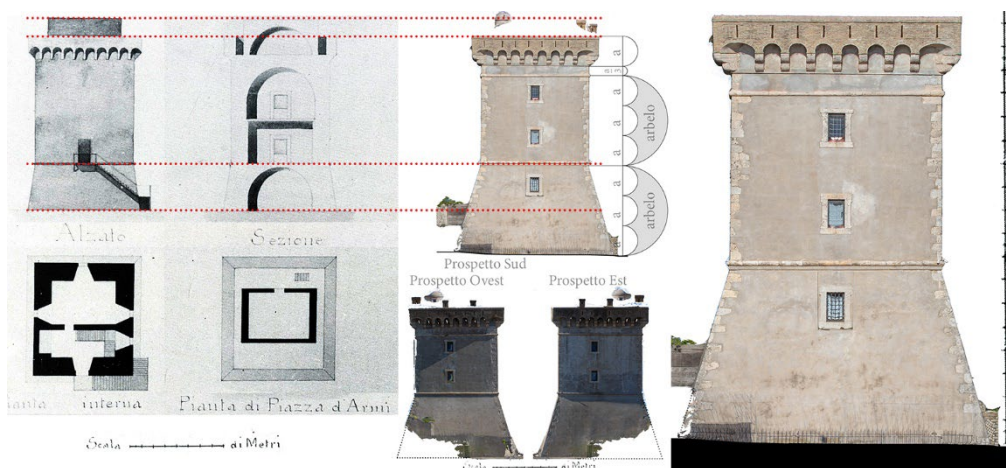


Fig. 5- Disegni del XIX sec. di Torre Vittoria (De Rossi, 1971, fig. 173) e rilievo Reality Based. Il confronto evidenzia una difformità nella parte basamentale (elaborazione grafica degli autori, 2024).

significativi: nel 1817 il muro nord della Batteria Moresca era già crollato. La batteria disponeva di due postazioni per cannoni, una garitta, alloggi per soldati e una polveriera.

Il rilievo della Batteria Moresca è stato realizzato sia da terra che con volo di un drone DJI Mavic Mini con una camera da 12 MP, da un'altezza di 25 m e posizione della camera zenitale. Il percorso è stato programmato seguendo linee parallele in direzione nord sud, ortogonali alla linea di scogliera.

La sovrapposizione del 50% tra i fotogrammi ha permesso il riconoscimento di numerosi punti omologhi e la realizzazione di un modello completo dell'impianto murario, ma lacunoso, come spesso avviene, per gli elementi arborei infestanti lo stesso complesso.

A completare il modello 3d, un set di fotografie scattate da terra per ottenere texture migliori nella resa finale, riconosciute tuttavia come un secondo modello separato dal primo.

Per riuscire a collimare le due componenti si è resa necessaria un'operazione di riconoscimento manuale di alcuni punti target vivibili sia dalle foto aeree che da quelle terrestri. Questo ha reso possibile il giusto allineamento di tutti gli scatti e la creazione di un modello unico.

Dal modello sono stati estrapolati pianta e prospetto in ortofoto, al fine di confrontarli con i disegni storici. Dalle comparazioni svolte emerge che il fortino risulta avere proporzioni differenti rispetto al progetto. Se infatti si mantiene

coerente la dimensione del lato corto (24,26 m dopo aver trasformato il disegno da palmi romani) il lato lungo risulta essere pari a 34,6 m sul disegno contro i 29,90 m del modello 3d. L'incongruenza può essere dovuta o ad una variante in corso d'opera del progetto, o in alternativa può derivare dai restauri del 1817.

3.3. Torre Vittoria

La Torre Vittoria fu costruita sul mare a San Felice Circeo nel 1631, su commissione del Duca di Sermoneta Francesco IV Caetani, con il progetto dell'architetto Bartolomeo Braccioli. Il nome "Vittoria" potrebbe connettersi alla celebre vittoria riportata durante la Battaglia di Lepanto nel 1571, un evento chiave nella lotta contro la flotta turca. In quell'occasione, Onorato IV Caetani partecipò come Comandante Generale della Fanteria Pontificia, assieme alla nave "Grifona", che per prima ingaggiò battaglia con l'imponente flotta turca.

Nel 1691, Giuseppe Miselli documentò la torre come l'ultima della giurisdizione del Ducato di Gaetano, situata nella pianura vicino alla spiaggia di Terracina. Nel 1720, il Capitano Giuseppe

Nel 1773, era presente un cannone da 6 con 30 palle e 70 casse di polvere. Nel 1792, la guarnigione era composta da diversi soldati, tra cui il caporale Vincenzo Caroccia. Nel 1806, si verificò un episodio in cui una folla rivelò essere fanterie francesi, suscitando panico tra i paesani e dando inizio a un incendio vicino alle mura.

Nel 1809, una flotta inglese, dopo aver tentato di occupare Torre Paola, fu costretta a ritirarsi dopo ore di bombardamento. Nel 1839, il palazzetto costruito da Stanislaŏ Poniatowsky, adiacente la Torre Vittoria, divenne luogo di visita per Gregorio XVI, il quale, dopo aver benedetto i pescatori locali, si riposò presso la torre. Infine, nel maggio del 1853, Papa Pio IX sbarcò presso la torre e visitò il paese, testimoniando l'importanza storica e religiosa della struttura nel corso dei secoli.

Torre Vittoria si trova sul lungomare di San Felice Circeo, con visibilità piena su tre lati. Il sito non è al momento accessibile ed è chiuso tramite una cancellata permeabile alla vista per circa il 50% della parte basamentale. Il quarto lato della torre confina con delle residenze private, rendendo impossibile, pertanto, l'accessibilità per la campagna di rilevamento fotografico.

Gli scatti sono stati realizzati muovendosi intorno al soggetto su 2 traiettorie parallele distanti circa 5 metri, utilizzando due focali differenti per la ripresa d'insieme (24mm) e per le foto di dettaglio (80mm) realizzate soprattutto per le parti più alte, sopra il limite della cancellata.

L'area è vincolata per i voli con drone, e al momento della stesura del paper ancora non si è in possesso dei permessi che permettessero un rilievo aereo della torre a completare quello terrestre. Diversamente da Torre Paola, in questo caso non si trova nessun video da drone sul web, utile a completare il modello 3D.

Il modello tridimensionale ottenuto risulta pertanto lacunoso per le parti nascoste e non accessibili, ma che permette comunque di poter estrapolare un fronte completo e due fronti laterali parziali per il confronto con la documentazione storico archivistica.

Paragonando il prospetto sud del rilievo con quello del De Rossi, è palese la non rispondenza della parte basamentale, che risulta essere alta quasi il doppio e mancante della scala di accesso ad una porta in quota.

3.4. Torre Olevola

Torre Olevola faceva parte del piano di fortificazione della costa promosso dallo Stato Pontificio per volere di Papa Pio V. Originariamente situata presso la foce del fiume Olevola, oggi scomparso, la torre fu ricostruita

agli inizi del Settecento e acquisì il nome di Torre Clementina in onore di Papa Clemente XI. Una rappresentazione di questa torre è presente in una mappa disegnata da Leonardo da Vinci, che illustra le aree destinate a un tentativo di bonifica durante il pontificato di Papa Leone X.



Fig. 6- Mappa delle paludi pontine di Leonardo da Vinci del 1515 con in evidenza la Torre Olevola già esistente (Google Arts & Culture, 2024).

L'attuale struttura è stata costruita sui resti di una vedetta del XV secolo ed è di forma rettangolare, con dimensioni di 9 x 7 metri e un'altezza di circa 13 metri. Presenta una base a scarpa e due piani con copertura a volta, mentre sopra la piazza d'armi è stata aggiunta una piccola guardiola. Tuttavia, nel 2016, la torre si trovava in condizioni di grave degrado e deterioramento, con mattoni di scarsa qualità che contribuiscono alla sua rovina.

La prima citazione storica della torre risale al 1469, quando si fa riferimento a possibili lavori di costruzione, suggerendo che Torre Olevola potesse essere edificata sulle fondamenta o nei pressi di una vedetta preesistente. Un documento di quell'anno menziona il pagamento a un muratore per lavori legati alla costruzione della torre, confermando la sua esistenza e l'importanza difensiva della struttura nelle operazioni di fortificazione della zona.

La torre ebbe un ruolo significativo nel difendere la costa, in particolare in eventi come il rapimento di 25 abitanti di San Felice da parte di corsari tunisini nel 1720. Dal 1792, la guarnigione della torre era composta da diversi soldati, mentre nel 1802, sotto il comando del sergente Giovan Battista Di Prospero, la torre intervenne attivamente in un attacco contro una nave pirata, costringendo questi ultimi alla fuga.

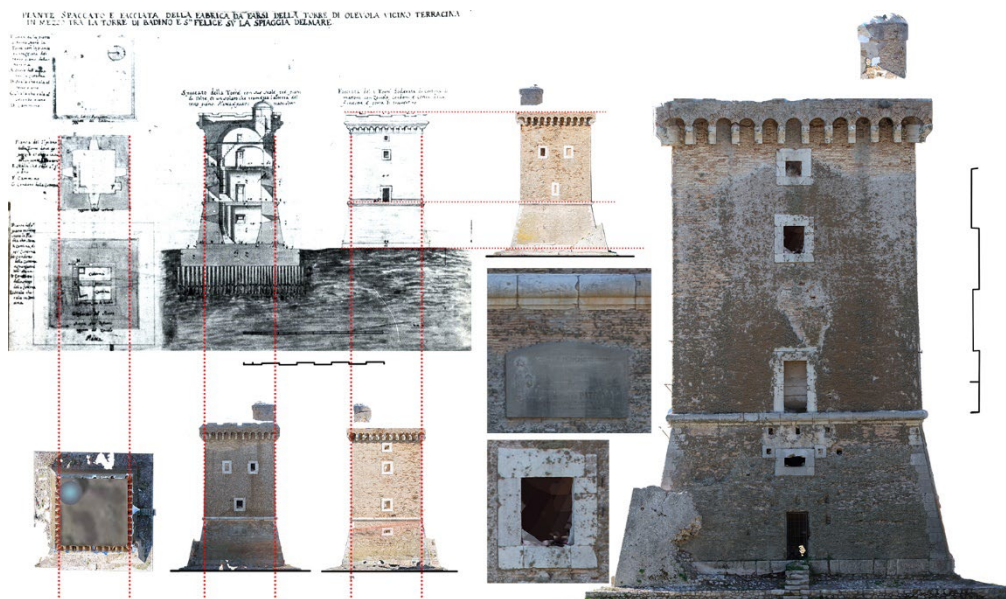


Fig. 7- Progetto di ricostruzione della Torre Olevola del 1701 (De Rossi, 1971, fig. 175) e rilievo fotogrammetrico che evidenzia l'analogia semantico-dimensionale con il precedente storico (elaborazione grafica degli autori, 2024).

Nel corso del XIX e XX secolo, la torre continuò a essere un punto di riferimento, con eventi storici rilevanti tra cui le sanzioni della Società delle Nazioni all'Italia nel 1935, commemorati su una lapide affissa alla torre. Negli anni successivi, la Torre Olevola assunse un'importanza sociale per la colonia marina, nel contesto della salute pubblica. Negli anni recenti, nel 2016, la torre è stata messa in vendita per un importo di 600mila euro, segnalando un ulteriore capitolo nella storia di questo importante patrimonio monumentale.

Per quanto riguarda il rilievo realizzato per la Torre Olevola la situazione è analoga a quella di Torre Vittoria, con il sito inaccessibile e con zone d'ombra nella ripresa. In questo caso è stato possibile poter eseguire una campagna a 280° intorno alla torre, lasciando scoperto il lato sud visibile attraverso scatti più o meno marginali, ma ostacolato dalla possibilità di poter eseguire scatti frontali a causa della inaccessibilità del sito (sotto cantiere) e dalla presenza di un'area militare della marina proprio sul fronte sud.

Tale vicinanza ha anche inficiato la possibilità di un volo con drone per completare la campagna di rilievo, e le richieste di permessi sono state, in questo caso, negate. Tuttavia, il modello tridimensionale è risultato completo e ben fatto,

grazie anche al possibile accesso ad un residence privato nel versante orientale, che ha permesso una ottima compagna di copertura fotografica. Le difficoltà maggiori riscontrate hanno riguardato in primis la lontananza dal soggetto a causa della chiusura per cantiere, superate attraverso l'uso di più focali di ripresa. Si è fatta particolare attenzione ad avere set di immagini omogenee e in cui ci fosse sempre la sovrapposizione del 50% tra gli scatti.

In questo modo, immagini di insieme e immagini di dettaglio hanno contribuito alla creazione di un modello dettagliato e texturizzato ad altissima risoluzione.

Il secondo problema in fase di campagna di rilievo è stata la forte diversità di illuminazione dei fronti sud ed est, completamente esposti alla luce diurna, dai prospetti nord e ovest in ombra e in controluce. Si è innanzitutto cercate di trovare un giusto compromesso tra i toni scuri e i bianchi, regolando e calibrando tempo di scatto e diaframma della camera senza andare eccessivamente ad aprire il diaframma stesso e mantenendo una giusta profondità di campo all'interno delle foto. Fare in modo, infatti, che il soggetto scattato non abbia fuori fuoco, ma che rientri interamente all'interno del range della

profondità di campo è essenziale nei processi di SfM per il riconoscimento di punti omologhi.

Altro espediente è stato quello di scattare in formato Raw, e di avere file più versatili per la successiva postproduzione di aggiustamento di esposizione e delle ombre e delle luci, per uniformare le foto ed avere ben evidenti sia le parti più scure che quelle sovraesposte. La restituzione con ortofotopiani ha evidenziato l'aderenza semantica e dimensionale con i disegni storici di ricostruzione datati 1701.

4. Conclusioni

La ricerca storico-archivistica sul sistema difensivo del promontorio del Circeo, condotta come base documentale per il Prin Costa|MED, ha evidenziato una scarsa bibliografia e l'assenza di studi approfonditi sulle singole architetture e sulle loro relazioni come sistema unitario. I disegni e i rilievi reperiti, provenienti da studi più ampi sulla costa laziale, risultano poco approfonditi e mostrano una significativa carenza di analisi sul rilievo e la manutenzione conservativa delle strutture difensive.

Il progetto PRIN, oltre a tutelare il paesaggio costiero attraverso tecnologie innovative per la gestione e la comunicazione del territorio, integra la valorizzazione del patrimonio culturale costruito come parte essenziale del sistema.

Il primo passo è stato aggiornare il rilievo delle strutture difensive dell'area pilota con tecnologie moderne, fornendo una visione più approfondita e attuale, utile per un confronto consapevole con i documenti storici.

Bibliografia

- De Luca, L. (2011) *La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie*. Palermo, Dario Flaccovio Editore.
- De Rossi, G.M. (1971) *Torri costiere del Lazio*. Roma, De Luca Editore.
- De Rossi, G.M. (1973) *Il Circeo*. Roma, De Luca Editore.
- Franco, S., Rossi, E. (2006) *Parco Nazionale del Circeo*. Roma, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio: Società Geografica Italiana.
- Grillo, G.C. (XVII secolo) *Manoscritto*, sulle torri costiere del litorale romano. Conservato nella Biblioteca dell'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio (collocazione 37 C, 3259).
- Guglielmotti, A. (1886-1893) *Storia della Marina Pontificia*, vol. I, Roma.
- Lanzuisi, T. (1973) *Il Circeo nella leggenda e nella storia*. Roma, Editrice EEA.
- Storia del Circeo*, disponibile al: <https://www.circei.it/index.html#gsc.tab=0> (consultato: 01/06/2024).
- Stroffolino, D. (1999) *La città misurata. Tecniche e strumenti di rilevamento nei trattati a stampa del Cinquecento*. Roma: Salerno editrice.

Note

(1) Il contributo s'inserisce all'interno di una più ampia ricerca il Prin Costa|MED che tratta le tematiche dell'erosione costiera ed ha come area d'indagine il tratto di costa laziale che si estende da Torre Astura a Terracina. COSTA|Med - Catching Opportunities for Strategic Transformation and Adaptation of Mediterranean coasts, Bando PRIN – Progetti di Rilevante Interesse Nazionale, 2022, NextGenerationEU – Decreto Direttoriale n. 104 del 02/02/2022 e Decreto Direttoriale n. 1409 del 14/09/2022.

Responsabile scientifico del progetto/Ruolo (PI):
Maria Grazia Ciani

Partenariato: Unità1: Dipartimento di Architettura - Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Ingegneria - Università degli Studi Roma Tre, Subunità: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale | ISPRA. Unità2: Dipartimento di Architettura - Università degli Studi "G. d'Annunzio" CHIETI-PESCARA. End-User: Dipartimento della Protezione Civile. Consulenze e collaborazioni: Urban Resilience Research Network | URNet, Fondazione Bruno Kessler-3D Optical Metrology | FBK-3DOM, Studio Balmori Associates, Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto di Scienze Marine | CNR-ISMAR.

Sito istituzionale:
<https://architettura.uniroma3.it/ricerca/progetti-di-ricerca/costamed/>.

Sito progetto COSTA|Med:
<https://costamed.uniroma3.it/>.

