

Il volume presenta i risultati di una ricerca più ampia sulle fortificazioni “alla moderna” e propone un’analisi comparata delle opere più significative realizzate in Europa tra il XV e il XVI secolo, focalizzandosi sulle soluzioni progettuali che segnarono il passaggio dalla difesa piombante al fronte bastionato.

Questo periodo, definito “di transizione”, grazie a figure come Leonardo da Vinci, Francesco di Giorgio Martini e i Sangallo, vede la nascita e lo sviluppo di un nuovo modello che fu impiegato fino agli inizi dell’Ottocento. In questo periodo si affermò un ampio repertorio di forme, definito tramite “colpi di compasso” e linee di tiro, per rispondere a una nuova “arte di fare la guerra” che prevedeva la protezione reciproca dei bastioni mediante il fuoco incrociato delle artiglierie.

L’importanza della geometria, fondamentale sia per il disegno di progetto che per il tracciamento, emerge chiaramente nel libro, come dimostrato dai trattati militari dell’epoca e messo in evidenza attraverso l’analisi grafica dei documenti d’archivio e i rilievi delle strutture esistenti. La trattazione dei casi studio dà particolare rilievo alla lettura critica attraverso il ridisegno. Questa prassi consente, in particolare, di riconoscere le geometrie sottese, individuare una “scuola” e, anche in assenza della firma dell’autore, attribuire la paternità di un’opera.

The volume presents the results of a broader research project on “modern” fortifications and offers a comparative analysis of the most significant works built in Europe between the 15th and 16th centuries, focusing on the design solutions that marked the transition from the overhanging defence to the bastioned front.

This period, referred to as a “transitional” phase, sees the birth and development of a new model, thanks to figures such as Leonardo da Vinci, Francesco di Giorgio Martini, and the Sangallo family, which was employed until the early 19th century. During this time, a wide range of forms, defined through “compass strokes” and lines of fire, emerged to address a new “art of warfare” that involved the mutual protection of bastions through the crossfire of artillery.

The importance of geometry, fundamental both for design and layout, is clearly emphasized in the book, as evidenced by contemporary military treatises and highlighted through the graphic analysis of archival documents and surveys of existing structures. The treatment of case studies places particular emphasis on critical reading through redrawing. This practice specifically helps to recognize the underlying geometries, identify a “school”, and, even in the absence of the author’s signature, attribute the authorship of a work.

Andrea Pirinu

La scuola di Pitagora

FORTS AND MILITARY CITADELS
IN THE EUROPE OF THE SIXTEENTH CENTURY
SHAPE, GEOMETRY AND REPRESENTATION

Temi e frontiere
della conoscenza e del progetto

Themes and frontiers
of knowledge and design

23 2025
A

TEMI E FRONTIERE DELLA CONOSCENZA E DEL PROGETTO

Themes and frontiers of knowledge and design

Direttore scientifico / Scientific Director

ORNELLA ZERLENGA, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Italia

Comitato scientifico / Scientific Committee

MAURIZIO ANGELILLO, Università degli Studi di Salerno, Italia
PILAR CHÍAS NAVARRO, Universidad de Alcalá, Spagna
VINCENZO CIRILLO, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Italia
AGOSTINO DE ROSA, Università IUAV di Venezia, Italia
ANTONELLA DI LUGGO, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Italia
MARIA LINDA FALCIDIENO, Università di Genova, Italia
MARINA FUMO, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Italia
LAURA GARCÍA SÁNCHEZ, Universitat de Barcelona, España
PAOLO GIANDEBIAGGI, Università degli Studi di Parma, Italia
MILENA KICHEKOVA, Varna Free University "Chernorizets Hrabar", Bulgaria
KARIN LEHMANN, Hochschule Bochum, Germania
MARIO LOSASSO, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Italia
RICCARDO SERRAGLIO, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Italia
ALEXANDRA SOTIROPOULOU, National Technical University of Athens (NTUA), Grecia

Coordinamento scientifico-editoriale / Scientific editorial coordination

VINCENZO CIRILLO, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Italia (Coordinatore)
MARGHERITA CICALA, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Italia
DANIELA PALOMBA, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia
MARIA INES PASCARIELLO, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

La collana, di carattere multidisciplinare, accoglie volumi che propongono una riflessione critica sull'architettura, sulla città, sull'ambiente (materiale e immateriale) e sull'industrial design, indagandone fonti disciplinari e tendenze culturali con attenzione ai temi della forma, della struttura, dell'innovazione, della rappresentazione e della comunicazione.

The book series, of multi-disciplinary nature, includes volumes related to a critical reflection about the architecture, the city, the environment (tangible and intangible), and the industrial design, investigating the disciplinary sources and the cultural trends with regard to the themes of form, structure, innovation, representation and communication.

Sottomissione e referaggio / Submission and refereeing

I volumi pubblicati in questa collana vengono preventivamente esaminati da almeno due membri del Comitato scientifico, i quali valutano se il contributo risponde alle linee di ricerca della Collana, se si basa su un'adeguata analisi bibliografica relativa al tema proposto e se offre una attenta disamina delle fonti e/o delle tendenze in atto rispetto al tema proposto. Superata questa valutazione preliminare, il volume viene sottoposto al criterio internazionale della Double-blind Peer Review ed inviato a due referees anonimi, di cui almeno uno è esterno al Comitato scientifico. I referees, ovvero i docenti e ricercatori afferenti a diverse Università ed Istituti di ricerca italiani e stranieri e di riconosciuta competenza negli specifici ambiti di studio, costituiscono il Comitato di referaggio. L'elenco dei referees anonimi e delle procedure di referaggio è a disposizione degli enti di valutazione scientifica nazionale e internazionale.

The volumes published in this series are first examined by at least two members of the Scientific Committee, who evaluate whether the contribution meets the series lines of research, if it is based on an adequate literature review concerning the topic proposed, and if it offers a careful examination about sources and/or trends about the proposed theme. After this preliminary assessment, the volume is subjected to the international criteria of Double-blind Peer Review from two anonymous reviewers, including at least one external to the Scientific Committee. The reviewers, or faculty and researchers from Italian and foreign Universities and Research Institutes, with recognized competence in the specific study fields, constitute the refereeing committee. The list of anonymous reviewers and refereeing procedures is available for the national and international scientific evaluation institutions.

Andrea Pirinu

Forti e cittadelle militari nell'Europa del Cinquecento

Forma, geometria e rappresentazione

Forts and military citadels in the Europe of the sixteenth
century

Shape, geometry and representation

La scuola di Pitagora editrice

Focus A

ARCHITETTURE E CITTÀ DELLA DIFESA. IERI, OGGI, DOMANI

Defense Architecture and Cities: Yesterday, Today, and Tomorrow

Comitato scientifico / Scientific Commitee

MARCO GIORGIO BEVILACQUA, Università degli Studi di Pisa, Italia

ANNA MAROTTA, già Politecnico di Torino, Italia

PABLO RODRÍGUEZ NAVARRO, University of Valencia, Spain

ANDREA PIRINU, Università degli Studi di Cagliari, Italia (Coordinatore scientifico / Scientific Coordinator)

ROBERTA SPALLONE, Politecnico di Torino, Italia

In copertina / Cover

Andrea Pirinu, Il forte di Santa Barbara, Alicante (Spagna),

Crediti / Credits

Veronica Arcamone

Fig. 73 (2023)

Raffaele Argiolas

Fig. 123 (2024)

Vincenzo Bagnolo

Fig. 82 (2010)

Claudia Mariani

Figg. / Figs. 28-29 (2023)

Andrea Pirinu, Giancarlo Sanna

Testo / Text pp. 142-152

Filippo Pirinu

Figg. / Figs. 32, 35 (2022)

Lorenzo Pirinu

Figg. / Figs. 114-117 (2023)

Giancarlo Sanna

Figg. 177-179, 181,182,184,185

Luca Vespasiano

Fig. 42 (2024)

Se non indicato, fotografie e disegni sono dell'Autore

Unless otherwise indicated, photos and drawings are by the author.

È assolutamente vietata la riproduzione totale o parziale di questa pubblicazione, così come la sua trasmissione sotto qualsiasi forma e con qualunque mezzo, anche attraverso fotocopie, senza l'autorizzazione scritta dell'editore.

The total or partial reproduction of this publication, as well as its transmission in any form and by any means, even though photocopies, without the written permission of the author and the publisher is strictly forbidden.

© 2025 - La scuola di Pitagora editrice

Via Monte di Dio, 14

80132 Napoli

Telefono e Fax +39 081 7646814

www.scuoladipitagora.it

info@scuoladipitagora.it

ISSN 2724-3699

ISBN 979-12-5613-054-2 (versione elettronica del formato PDF)

Ad Arianna con Lorenzo, Filippo, Gabriele e Sara

Indice | Contents

8	Presentazione Presentation (Ornella Zerlenga)
16	Prefazione Preface (Pablo Rodríguez Navarro)
22	Introduzione
23	Introduction
28	1 - Il fronte bastionato: nascita e sviluppo del modello tra forme ideali e adattamento al sito
54	1.1 - Il catalogo delle forme
75	1.2 - Adattare il progetto “a la naturaleza del sitio”, tra teoria e pratica
76	1.3 - Casi studio
95	Long abstract
102	2 - Fortezze e cittadelle militari: l'importanza della geometria, tra disegno di progetto e tracciamento
104	2.1 - I trattati
122	2.2 - Gli specialisti dell'arte di “fabbricar fortezze”
124	2.3 - Il repertorio delle opere
128	Long abstract
134	3 - Rappresentare forti e cittadelle tra “antichi” modelli e nuove frontiere digitali
135	3.1 - Il disegno dell'architettura militare. Dagli schizzi leonardeschi ai modelli digitali
142	3.2 - Metodologie integrate per la rappresentazione dell'architettura militare
142	3.3 - Casi studio
153	Long abstract
171	Glossario
184	Conclusioni
185	Conclusions
190	Postfazione Afterwords (Marco Giorgio Bevilacqua)
194	Ringraziamenti
195	Bibliografia

● Presentazione

Ornella Zerlenga

Università degli Studi della Campania

Luigi Vanvitelli

Quando Andrea Pirinu mi ha chiesto di pubblicare nella collana *Temi e Frontiere della Conoscenza e del Progetto* questo suo volume dedicato alla disamina (in termini di configurazione geometrica) della forma e delle modalità di rappresentazione di forti e cittadelle militari nell'Europa del Cinquecento, ho accolto la sua richiesta con molto interesse e per più ragioni.

Ho l'onore di dirigere scientificamente questa collana dal suo primo numero edito nel 2016 e, in realtà, era da tanto che coltivavo l'idea di articolare all'interno della stessa delle sezioni tematiche che, con carattere inter- e trans-disciplinare, raccogliessero contributi scientifici accumulati da un tema specifico, una sorta di 'parola chiave' che consentisse di 'guardare' a quel tema di studio attraverso una pluralità di punti di vista. Sulla base di questo proposito, la richiesta di Andrea Pirinu di pubblicare in collana una sua monografia sull'architettura fortificata, esaminata da uno dei molteplici punti di vista da cui questo ambito di conoscenza potesse essere esplorato, mi ha convinto nel proporre questa 'parola chiave' come prima sezione tematica della collana *Temi e Frontiere della Conoscenza e del Progetto*. In tal senso, la monografia di Andrea Pirinu inaugura la sezione tematica *Architetture e città della difesa. Ieri, oggi, domani*, un titolo lungo, che descrive un programma di intenti dove le architetture e le città della difesa sono, sì, attraversate da eventi cupi e tragici della storia dell'umanità dall'era primitiva a quella contemporanea ma, al contempo, prospettano un domani che sottende domande di indubbio valore etico e culturale.

Innanzitutto, la consapevolezza funzionale di quanto l'attenzione a questo patrimonio della difesa (a cui, come è noto, corrisponde una precisa tipologia di offesa) possa contribuire all'accrescimento culturale delle comunità e delle scelte politiche laddove la guerra è ancora intesa come l'unica modalità per garantire gli equilibri economici fra Genti diverse. E, allora, quale futuro immaginare per l'enorme patrimonio di architetture e cinte difensive che, persa la propria 'efficacia' tecnologica nel rispetto del mutuo rapporto difesa/offesa, versa in abbandono fisico?

● Presentation

Ornella Zerlenga

Università degli Studi della Campania

Luigi Vanvitelli

When Andrea Pirinu asked me to publish his volume in the series *Themes and Frontiers of Knowledge and Design*, dedicated to the analysis (in terms of geometric configuration) of the form and modes of representation of forts and military citadels in sixteenth-century Europe, I welcomed his request with great interest and for several reasons.

I have had the honor of scientifically directing this series since its first issue, published in 2016, and I had long been nurturing the idea of structuring thematic sections within it. These sections, with an inter- and trans-disciplinary approach, would gather scientific contributions united by a specific theme - a sort of "keyword" that would allow that subject of study to be viewed from multiple perspectives. Based on this intent, Andrea Pirinu's proposal to publish a monograph on fortified architecture - explored from one of the many angles through which this field of knowledge can be examined - convinced me to propose this "keyword" as the inaugural thematic section of the *Themes and Frontiers of Knowledge and Design* series.

In this light, Andrea Pirinu's monograph inaugurates the thematic section *Architectures and Cities of defence: Yesterday, Today, Tomorrow* - a long title that outlines a program of intentions. This section recognizes that architectures and cities of defence have long been intertwined with the dark and tragic events of human history, from the primitive era to the contemporary age. At the same time, however, they offer a vision of tomorrow that raises ethical and cultural questions of undeniable importance.

First and foremost, there is an awareness of how attention to this defensive heritage (to which, as is well known, a corresponding form of offense exists) can contribute to the cultural growth of communities and political decision-making, particularly where war is still seen as the only way to maintain economic balance between different peoples. So, what future can we imagine for the vast heritage of fortified architecture and defensive walls that, having lost their technological "effectiveness" in the offense/defence

Andrea Pirinu

È possibile ipotizzare nuove funzioni, e quali? Nell'ambito del dibattito contemporaneo sulla definizione della qualità degli 'ambienti di vita' (si pensi ai recenti studi sulla terapia forestale¹), queste architetture della difesa potranno svolgere in futuro un ruolo attivo nei programmi di rigenerazione ambientale? Potranno intendersi come nuovi 'ambienti di vita' per il benessere psico-fisico delle persone laddove la configurazione di queste architetture era già concepita per adattarsi alle caratteristiche dell'ambiente naturale?

La seconda motivazione sfiora l'amarcord personale: nel 1994 conseguì il titolo dottorale con una tesi dal titolo *Il disegno dell'architettura fortificata nel XVI secolo. Realtà costituite e fonti iconografiche a confronto*. A quei tempi, il dottorato di ricerca aveva una configurazione multi-sede e monodisciplinare. Vinsi il concorso all'Università di Palermo, Dipartimento di Architettura, dopo essermi posizionata qualche mese al primo posto dei non vincitori al concorso presso il Dipartimento di Cultura del Progetto dell'Università di Napoli 'Federico II', dove avevo avviato già da due anni una collaborazione scientifico-formativa con la prof.ssa Rosa Penta, ordinario in Disegno, e dopo aver svolto una tesi di laurea interdisciplinare con la prof.ssa Mariella Dell'Aquila e i proff. Giancarlo Alisio e Massimo Pica Ciamarra. A quel tempo la sede palermitana era guidata dalla prof.ssa Rosalia La Franca, erede scientifico-culturale della prof.ssa Margherita De Simone: due donne eccellenti, che avevano reso la scuola palermitana fra le più attive e vivaci negli studi dialettici sul Disegno. Lo studio per la tesi dottorale prevedeva un primo anno di corso dedicato all'individuazione dell'ambito tematico e alla ricerca documentale; il secondo, alla elaborazione di quanto raccolto in funzione del tema specifico; il terzo alla stesura definitiva della stessa.

Nel mentre, si svolgevano altre attività formative come i soggiorni presso le altre sedi consorziate o le ricerche assegnate dalle sedi per apprendere le metodologie.

A distanza di tanti anni, oggi non ricordo perché mi interessai al tema dell'architettura difensiva... forse perché provenendo da una formazione maturata nell'ambito della geometria proiettiva e descrittiva quale pensiero fondante nel processo mentale di configurazione dello spazio architettonico e della sua rappresentazione, dovetti pensare che in questo tipo di architettura, volutamente quella bastionata, dovessero trovarsi le tracce di un pensiero geometrico utile a trasformare la forma immaginata in costruzione. Di tanto ne parlai con la prof.ssa Penta, mio tutor, che entusiasta del tema mi seguì

relationship, now lie in physical abandonment? Is it possible to imagine new functions for these structures - and if so, which ones? Within the current debate on the quality of "living environments" (consider, for instance, recent studies on forest therapy), could these defensive architectures play an active role in future environmental regeneration programs? Could they become new "living environments" for the psycho-physical well-being of individuals, given that their original design was already intended to adapt to the natural environment?

A second motivation behind my support for this project is more personal and nostalgic. In 1994, I earned my PhD with a thesis entitled *The Drawing of Fortified Architecture in the Sixteenth Century: Constituted Realities and Iconographic Sources in Comparison*. At that time, the doctoral program had a multi-campus and mono-disciplinary structure. I won the competition at the University of Palermo, Department of Architecture, after having placed just below the admission threshold at the University of Naples "Federico II", Department of Design Culture, where I had already been collaborating for two years with Professor Rosa Penta, a full professor of Drawing. My thesis was interdisciplinary, supervised by Prof. Mariella Dell'Aquila and Profs. Giancarlo Alisio and Massimo Pica Ciamarra. The Palermo program was then led by Prof. Rosalia La Franca, the scientific and cultural heir of Prof. Margherita De Simone - two outstanding women who made the Palermo school one of the most active and vibrant in dialectical studies on Drawing.

The doctoral thesis involved a first year of thematic and documentary research, a second year of data processing related to the specific topic, and a third year dedicated to the final writing. During this time, other training activities took place, such as stays at partner institutions and research assignments aimed at learning methodologies.

So many years later, I no longer remember what initially drew me to the theme of defensive architecture... perhaps because, having been trained in projective and descriptive geometry as a foundational mode of thought in the mental process of configuring architectural space and its representation, I must have believed that in this type of architecture - specifically bastioned architecture - one could find traces of a geometric reasoning that transformed imagined form into built structure. I discussed this at length with Prof. Penta, my tutor, who enthusiastically supported

Andrea Pirinu

(come sempre, dalla mia laurea, alla sua quiescenza e anche dopo) in questo percorso, che significò per me tante cose: onorare la sede palermitana con un tema di ricerca consono agli obiettivi scientifico-culturali della stessa; avviare nell'ambito del disciplinare del Disegno studi sull'architettura fortificata che, fino ad allora, erano stati condotti nei soli campi della storia e del restauro dell'architettura; adoperare una metodologia di ricerca consultando direttamente le fonti originali; interrogarsi sul ruolo del Disegno nel progetto della forma fortificata e, nello specifico, di quella bastionata.

L'attività di ricerca svolta nel primo anno di studio mi lasciò un ricordo emozionale tuttora indelebile: dalla 'patina del tempo', che si depositava sui polpastrelli sfogliando 'dal vero' i trattati di architettura militare dati alle stampe fra la fine del XVI e gli inizi del XIX secolo, all'odore acre che si sprigionava all'apertura dei volumi, addentrandosi nelle narici; all'emozione forte di 'toccare' la storia con le mani, immaginando che secoli prima questi stessi volumi fossero stati consultati da architetti ingegneri e militari del tempo. Al contempo, la lettura dei trattati e, soprattutto, delle premesse e/o dei capitoli introduttivi, mi resero consapevole di quanto questi trattatisti avessero ben chiaro il valore del Disegno nel processo di progettazione e quanto la conoscenza della geometria elementare fosse condizione irrinunciabile tanto per la concezione dell'opera fortificata quanto per la costruzione, passando mutuamente dal disegno 'in carta' al disegno 'in terra'.

Su queste basi, la richiesta di Andrea Pirinu, la cui formazione afferisce all'area disciplinare del Disegno nonché studioso scientificamente appassionato alla lettura configurativa del patrimonio architettonico fortificato, ha rafforzato in me l'idea iniziale di dare non soltanto 'vita' a una sezione tematica, che avesse come oggetto di studio questo argomento, ma di affidare il coordinamento scientifico della stessa ad Andrea, nella cui persona ripongo fiducia e stima.

Il numero 23/2025 della collana *Temi e frontiere della conoscenza e del progetto* (Napoli: La scuola di Pitagora editrice) dal titolo *Forti e cittadelle militari nell'Europa del Cinquecento. Forma, geometria e rappresentazione* inaugura questo mio nuovo impegno con il sostegno colto di Andrea Pirinu che, di là dalla competenza scientifica del tema, saprà ben interpretarne una rinnovata vitalità.

Come indicato nel 'Chi siamo' del sito web della casa editrice, obiettivo della stessa è ispirarsi «alla concezione umanistica dell'unità della cultura», pubblicando te-

the topic - as she had always supported me from my undergraduate studies through her retirement and beyond. For me, this research journey meant many things: honouring the Palermo school with a research theme consistent with its scientific and cultural objectives; launching a line of research on fortified architecture within the Drawing discipline, which until then had been limited to the fields of architectural history and restoration; adopting a methodology based on direct consultation of original sources; and questioning the role of Drawing in the design process of fortified, particularly bastioned, forms.

The research conducted during the first year of the PhD left an emotional imprint still vivid in my memory: from the "patina of time" that coated my fingertips while leafing through original military architecture treatises printed between the late 16th and early 19th centuries, to the acrid scent released upon opening these volumes, seeping into the nostrils; to the strong emotion of "touching" history with my own hands, imagining that centuries earlier, these very books had been consulted by architects, engineers, and military officers of the time. Moreover, reading the treatises - especially the prefaces and introductory chapters—made me aware of how clearly these authors understood the value of Drawing in the design process, and how essential a knowledge of elementary geometry was for both the conception and construction of fortified works, transitioning from drawing "on paper" to drawing "on the ground."

On this foundation, Andrea Pirinu's proposal - coming from a scholar whose academic background is in the Drawing discipline and who is passionately dedicated to the configurational study of fortified architectural heritage - reinforced my initial idea not only to bring this thematic section to life, but also to entrust its scientific coordination to Andrea, in whom I place trust and esteem.

Issue 23/2025 of the *Themes and Frontiers of Knowledge and Design* series (Naples: La Scuola di Pitagora Editrice), titled *Forts and Military Citadels in Sixteenth Century Europe: Form, Geometry, and Representation*, inaugurates this new editorial initiative, supported with intellectual insight by Andrea Pirinu. Beyond his scientific expertise on the subject, he will undoubtedly interpret and revitalize its significance with renewed depth.

As stated in the "About Us" section of the publisher's website, the series aims to be inspired by "a humanis-

Andrea Pirinu

sti che, «in opposizione alla crescente specializzazione dei saperi, promuovano una visione più organica della conoscenza»². In piena condivisione con quanto citato, la sezione tematica dal titolo Architetture e città della difesa. Ieri, oggi, domani vuole rispondere appieno a questo intento, riscoprendo in queste testimonianze dolorose e drammatiche della storia della nostra umanità non soltanto i temi e le frontiere della conoscenza e del progetto all'interno dello specifico disciplinare ma ricavare dalle motivazioni del passato le più adeguate azioni da compiere nel presente per costruire, domani e con un rinnovato contributo da parte di queste architetture concepite come 'macchine da guerra', un futuro migliore in cui non sia più la violenza e la legge del più 'forte' a porre fine ai diverbi fra i popoli ma il rispetto della diversità, delle identità, della Vita di tutti gli esseri viventi ospitati dal pianeta Terra.

Ad maiora, dunque, al nuovo progetto editoriale e al coordinamento scientifico di Andrea Pirinu, il cui ultimo lavoro scientifico non soltanto costituisce il primo numero di questa sezione tematica ma, nella Prefazione e Postfazione si avvale delle firme di due autorevoli colleghi nell'ambito delle ricerche sull'architettura fortificata: rispettivamente, Pablo Rodríguez Navarro, presidente di FORTMED (Universitat Politècnica de València) e Marco Giorgio Bevilacqua (Università di Pisa), studioso di architettura militare e storia della trattatistica e già presidente di FORTMED 2023 assieme a Denise Ulivieri (Università di Pisa). Stante ciò, sono certa che, sia il volume di Andrea Pirinu che il rinnovato interesse per lo studio di queste tipologie architettoniche della difesa, rappresenteranno tappe significative di un pensiero critico contemporaneo che, con rispetto, guarda alle identità del passato attualizzandone il presente e con l'auspicio di innovarne il futuro.

tic conception of the unity of culture," publishing works that, "in opposition to the increasing specialization of knowledge, promote a more organic vision of understanding." In full alignment with this mission, the thematic section *Architectures and Cities of Defense: Yesterday, Today, Tomorrow* seeks to rediscover, within these painful and dramatic testimonies of human history, not only the themes and frontiers of knowledge and design within the disciplinary field, but also the motivations of the past that may guide the most appropriate actions to be taken in the present. Through this, we may build - starting from architectures originally conceived as "machines of war" - a better future where violence and the law of the "strongest" no longer dictate the outcomes of conflicts, but rather respect for diversity, identity, and the Life of all living beings on planet Earth.

Ad maiora, then, for this new editorial project and for the scientific coordination of Andrea Pirinu, whose most recent scholarly work not only constitutes the first volume of this thematic section, but also benefits - through its Preface and Postface - from the contributions of two distinguished colleagues in the field of fortified architecture research: respectively, Pablo Rodríguez Navarro, president of FORTMED (Universitat Politècnica de València), and Marco Giorgio Bevilacqua (University of Pisa), an expert in military architecture and treatise history, and former president of FORTMED 2023 alongside Denise Ulivieri (University of Pisa).

Given all this, I am confident that both Andrea Pirinu's volume and the renewed interest in the study of defensive architectural typologies will represent significant milestones in a contemporary critical discourse that, with respect, looks to the identities of the past to inform the present—and with the hope of shaping a better future.

● Prefazione

Pablo Rodriguez-Navarro

Universitat Politècnica de València

Lo scorso ottobre ho ricevuto un'e-mail dal professor Andrea Pirinu. Non immaginavo che fosse per affidarmi un incarico. Se lo avessi pensato, forse non l'avrei nemmeno aperta, poiché in quel periodo dell'anno gli impegni didattici si moltiplicano e, insieme alla ricerca e alla gestione accademica, lasciano a malapena spazio per ulteriori incarichi.

Tuttavia, l'ho aperta, e in essa mi si chiedeva di scrivere la prefazione che ora inizio con queste parole. Essendo un lettore abituale degli articoli del professor Pirinu e conoscendo il suo rigore scientifico, non ho potuto rifiutare una richiesta così cortese.

Oggi, infatti, gliene sono grato, poiché il libro che avete tra le mani (o sugli schermi) si è rivelato, come mi aspettavo, un affascinante saggio sull'architettura militare del XVI secolo. Lo studio di questa architettura è un ambito di grande interesse all'interno della storiografia architettonica e militare.

Il presente volume, "Forti e cittadelle militari nell'Europa del Cinquecento. Forma, geometria e rappresentazione", offre un'analisi dettagliata delle fortificazioni rinascimentali, esaminandole da una prospettiva interdisciplinare che integra conoscenze di architettura, storia e rappresentazione grafica.

Il libro inizia con una revisione storica dell'evoluzione delle fortificazioni, concentrandosi sullo sviluppo del fronte bastionato, un modello architettonico nato in risposta ai progressi dell'artiglieria e alla necessità di migliorare la difesa dei territori.

Si analizza come la geometria abbia giocato un ruolo fondamentale nella progettazione di questi sistemi difensivi, dalle prime modifiche delle mura medievali fino all'affermazione delle fortificazioni a pianta poligonale, progettate per massimizzare l'efficacia del fuoco incrociato e ridurre i punti ciechi.

Uno dei principali contributi del volume è la revisione dei trattati di architettura militare dell'epoca, nei quali sono dettagliate le tecniche e i principi matematici impiegati nella pianificazione delle fortificazioni. L'influenza di architetti e teorici come Leon Battista Alberti, Leonardo da Vinci, Michelangelo,

● Preface

Pablo Rodriguez-Navarro

Universitat Politècnica de València

Last October, I received an email from Professor Andrea Pirinu. I hadn't imagined it would contain an invitation to take on a task. Had I known, I might not even have opened it, since that time of year is particularly demanding, with teaching responsibilities multiplying and leaving barely any room - alongside research and academic management - for additional commitments. Nevertheless, I did open it and inside was a request to write the preface you are now reading.

Being a regular reader of Professor Pirinu's articles and well aware of his scientific rigor, I could not decline such a courteous request. And today, I am grateful that I accepted, because the book you are now holding (or viewing on screen) has turned out to be, just as I had expected, a fascinating essay on sixteenth-century military architecture.

The study of this type of architecture is a field of considerable interest within architectural and military historiography. The current volume, *Forts and Military Citadels in Sixteenth Century Europe: Form, Geometry, and Representation*, offers a detailed analysis of Renaissance fortifications, examining them through an interdisciplinary lens that integrates knowledge of architecture, history, and graphic representation.

The book opens with a historical overview of the evolution of fortifications, focusing on the development of the bastioned front - an architectural model born in response to the advances in artillery and the need to improve territorial defense. It explores how geometry played a fundamental role in the design of these defensive systems, from the initial modifications of medieval walls to the consolidation of polygonal layouts designed to maximize crossfire and minimize blind spots. One of the major contributions of the volume is the critical review of contemporary military architecture treatises, which detail the techniques and mathematical principles employed in fortification planning.

The influence of architects and theorists such as Leon Battista Alberti, Leonardo da Vinci, Michelangelo, Albrecht Dürer, Francesco di Giorgio Martini, and the Sangallo family clearly emerges in the development

Albrecht Dürer, Francesco di Giorgio Martini e i Sangallo emerge chiaramente nello sviluppo di modelli geometrici sofisticati che combinavano funzionalità militare con raffinatezza estetica. Il testo si articola in diversi capitoli che esplorano gli elementi fondamentali della fortificazione moderna.

Nel primo capitolo, si studia l'origine e l'evoluzione del fronte bastionato, evidenziando la transizione dalle mura medievali alle configurazioni di bastioni pentagonali e cortine inclinate.

Sono presentati casi di studio che illustrano come le condizioni topografiche e strategiche influenzassero il progetto finale delle fortificazioni.

Il secondo capitolo affronta l'importanza della geometria nella progettazione e costruzione di cittadelle e fortezze, analizzando i metodi di rappresentazione utilizzati dagli ingegneri militari e l'evoluzione del disegno tecnico nella disciplina.

Vengono esaminati i trattati di autori come Giacomo Lanteri, Pietro Cataneo e Girolamo Maggi, che hanno documentato con precisione i principi geometrici e strutturali alla base della costruzione delle fortificazioni moderne.

Nel terzo capitolo, l'attenzione si sposta sulla rappresentazione grafica delle fortificazioni, dai primi schizzi e studi preliminari fino all'implementazione di modelli tridimensionali nell'era digitale.

Sono presentati esempi di fortificazioni documentate attraverso tecniche di rilievo architettonico, esplorando l'evoluzione della cartografia militare e l'importanza della documentazione grafica nella conservazione del patrimonio architettonico.

Il libro esamina inoltre i cambiamenti nella tecnologia di rappresentazione nel corso dei secoli, dai disegni in prospettiva all'uso di modelli digitali per la conservazione e la divulgazione della conoscenza architettonica. Vengono evidenziati i progressi nella fotogrammetria e nella scansione laser, che hanno permesso di ottenere rappresentazioni precise delle strutture storiche e di facilitarne lo studio in diversi contesti accademici e professionali.

Oltre al suo valore accademico, il volume offre una riflessione sull'impatto delle fortificazioni nello sviluppo urbano e sulla loro eredità attuale. Molte di queste strutture, originariamente concepite per la guerra, sono state adattate a nuovi usi, integrandosi nel tessuto urbano come spazi di memoria storica e culturale. "Forti e cittadelle militari nell'Europa del Cinquecento. Forma, geometria e rappresentazione"

of sophisticated geometric models that combined military functionality with aesthetic refinement. The text is structured into several chapters that explore the fundamental elements of modern fortification.

The first chapter investigates the origins and evolution of the bastioned front, highlighting the transition from medieval walls to configurations with pentagonal bastions and sloped curtains. Case studies illustrate how topographical and strategic conditions shaped the final design of fortifications.

The second chapter addresses the importance of geometry in the design and construction of citadels and fortresses. It analyzes the representational methods used by military engineers and the evolution of technical drawing within the discipline. The author examines treatises by figures such as Giacomo Lanteri, Pietro Cataneo, and Girolamo Maggi, who meticulously documented the geometric and structural principles underlying the construction of modern fortifications.

The third chapter shifts the focus to the graphic representation of fortifications, tracing the development from early sketches and preliminary studies to the implementation of three-dimensional models in the digital era. The chapter presents examples of fortifications documented through architectural survey techniques, exploring the evolution of military cartography and the significance of graphic documentation in the conservation of architectural heritage.

The book also examines the changes in representation technologies over the centuries - from perspective drawings to the use of digital models for conservation and dissemination of architectural knowledge.

Advances in photogrammetry and laser scanning are highlighted, showing how these technologies have enabled highly accurate representations of historical structures and facilitated their study across both academic and professional contexts. Beyond its academic value, the volume offers a reflection on the impact of fortifications on urban development and their legacy. Many of these structures, originally designed for war, have been repurposed and integrated into the urban fabric as spaces of historical and cultural memory.

Forts and Military Citadels in Sixteenth Century Europe: Form, Geometry, and Representation is an essential work for historians, architects, and survey specialists wishing to deepen their understanding of Renaissance military architecture. Thanks to its multidisciplinary approach and the richness of the documentation presented, this book establishes itself as a key reference

Andrea Pirinu

è un'opera essenziale per storici, architetti e specialisti nel rilievo che desiderano approfondire lo studio dell'architettura militare del Rinascimento.

Grazie al suo approccio multidisciplinare e alla ricchezza della documentazione presentata, questo libro si posiziona come un punto di riferimento nella ricerca sull'evoluzione delle tecniche costruttive e sulla rappresentazione dell'architettura difensiva.

Attraverso le sue pagine, il lettore scoprirà come l'interazione tra teoria e pratica, combinata con un'analisi rigorosa delle fonti storiche, abbia permesso di ricostruire la conoscenza sulle fortezze e cittadelle rinascimentali. Lo studio di queste strutture non solo fornisce informazioni sulla loro funzionalità difensiva, ma rivela anche la sofisticazione dei loro progetti e il loro impatto sull'evoluzione del paesaggio urbano e territoriale dell'Europa del XVI secolo.

Con questo volume, si valorizza l'importanza del disegno e della rappresentazione nell'architettura militare, costruendo un ponte tra la tradizione storica e i nuovi strumenti digitali che hanno rivoluzionato l'analisi e la documentazione del patrimonio architettonico.

L'opera, integrando casi di studio, analisi geometriche e confronti con fonti documentali, offre una prospettiva ampia e dettagliata su un tema di grande rilevanza nella storia dell'architettura.

Questo libro, pertanto, si aggiunge alle risorse disponibili per comprendere l'evoluzione delle fortificazioni rinascimentali e la loro permanenza nell'immaginario architettonico attuale.

Il rigore della sua ricerca, unito alla chiarezza espositiva dell'autore, permette non solo un approccio accademico, ma anche un apprezzamento più profondo dell'ingegno e della creatività che hanno caratterizzato la progettazione delle fortificazioni del XVI secolo.

L'autore di quest'opera, il professor Andrea Pirinu, è una figura di spicco nel campo del disegno, della rappresentazione architettonica e dello studio del patrimonio costruito. La sua ricerca si è concentrata principalmente sullo studio del disegno architettonico, sul rilievo delle strutture storiche e sull'analisi dei paesaggi urbani e archeologici.

Il suo approccio interdisciplinare e il suo impegno per la conservazione del patrimonio architettonico si riflettono in ogni pagina di questo libro, consolidandolo come un riferimento imprescindibile per gli studiosi del settore.

in the study of construction techniques and the representation of defensive architecture.

Throughout its pages, the reader will discover how the interaction between theory and practice—combined with a rigorous analysis of historical sources—has made it possible to reconstruct knowledge about Renaissance fortresses and citadels. The study of these structures not only reveals their defensive functionality but also uncovers the sophistication of their designs and their influence on the evolution of Europe's urban and territorial landscape in the sixteenth century.

With this volume, the author underscores the importance of drawing and representation in military architecture, building a bridge between historical tradition and the new digital tools that have revolutionized the analysis and documentation of architectural heritage. By integrating case studies, geometric analyses, and comparisons with documentary sources, the book offers a broad and detailed perspective on a topic of great significance in architectural history.

This book, therefore, adds to the resources available for understanding the evolution of Renaissance fortifications and their enduring presence in today's architectural imagination. The rigor of its research, combined with the author's clarity of exposition, allows not only for an academic engagement with the topic but also a deeper appreciation of the ingenuity and creativity that characterized sixteenth-century fortification design.

The author of this work, Professor Andrea Pirinu, is a leading figure in the field of architectural drawing, representation, and the study of built heritage. His research has focused primarily on architectural drawing, the surveying of historical structures, and the analysis of urban and archaeological landscapes. His interdisciplinary approach and commitment to the conservation of architectural heritage are evident on every page of this book, solidifying it as an indispensable reference for scholars in the field.

● Introduzione

Andrea Pirinu

Il volume affronta il tema del forte e della cittadella cinquecentesca, argomento di grande interesse per gli studiosi. Differenti discipline afferenti all'ingegneria e all'architettura, così come alla storia e all'archeologia, concorrono attraverso le proprie specificità nell'approfondimento della conoscenza di questi complessi monumentali di grande forza architettonica e paesaggistica, in quanto progettati e modellati sapientemente per la difesa delle città e del territorio.

In questo ambito di ricerca, la disciplina "Disegno" entra a pieno titolo e fornisce il suo apporto nell'indagine conoscitiva nonché ideativa delle forme architettoniche e nella rappresentazione di soluzioni realizzate o solo progettate. Il settore scientifico disciplinare delle Scienze della Rappresentazione non soltanto è strumento primo per l'analisi della concezione geometrica dell'opera fortificata, ma affianca anche l'indagine storico-archeologica con approfondimenti sulle strutture, predispone gli elaborati di base per le analisi stratigrafiche sulle murature, interpreta gli elaborati redatti dai tecnici militari e attraverso l'individuazione dei metodi di rappresentazione adottati, con il supporto delle operazioni di rilevamento, guida l'analisi metrologica delle strutture esistenti.

Ampio è il repertorio di modelli prodotti a partire dalla metà del Quattrocento con lo sviluppo del fronte bastionato e delle cosiddette "fortificazioni alla moderna". Queste opere sono l'esito di un percorso di ricerca e affinamento intrapreso da figure del calibro di Leon Battista Alberti³, Leonardo⁴, Michelangelo, Albrecht Dürer⁵, Francesco di Giorgio Martini⁶ e i Sangallo⁷, per citare alcuni dei nomi più illustri che operano tra la metà del Quattrocento e la prima metà del Cinquecento. Si tratta di soluzioni funzionali ad una nuova "arte di fare la guerra", che prevede la protezione reciproca dei bastioni attraverso il tiro incrociato delle cannoniere.

I baluardi⁸ pentagonali rappresentano l'elemento caratteristico di questi sistemi costruttivi e, qualora adattati alla morfologia dei luoghi, offrono una casistica di grande interesse e la possibilità di definire un catalogo delle forme, tema affrontato nel primo capitolo del volume "Il fronte bastionato: nascita e sviluppo di un modello tra forme ideali e adattamento al sito". Le condizioni ottimali del sito, che permettono la trasposizione sul terreno di un "disegno" ideale creato con l'impiego di matrici geometrico-proporzionali e processi grafico progettuali ben definiti, i quali risolvono una necessità pratica con l'ausilio di numeri e forme "auree", sono oggetto di approfondimento per la scoperta di "geometrie sottese" e proce-

● *Introduction*

Andrea Pirinu

The book deals with the theme of the fort and the sixteenth-century citadel, a subject of great interest for scholars of military architecture. Different disciplinary fields related to engineering and architecture as well as to history and archaeology, concur through their specificities in deepening the knowledge of these monumental complexes of great architectural and landscape strength, expertly designed, and modelled for the defence of cities and territory.

In this field of research, the discipline "Drawing" enters fully and provides its contribution in the cognitive investigation as well as design of architectural forms and in the representation of realized or only designed solutions. The scientific discipline of the Sciences of Representation is not only the first tool for the analysis of the geometric conception of the fortified work but also supports the historical-archaeological investigation with insights on the structures, prepares the graphical basis for the stratigraphic analysis on the walls, through the identification of the methods of representation adopted interprets the elaborations drawn up by military technicians and, with the support of the surveying operations, guide metrological analysis of existing structures. These works are the result of a path of research and refinement undertaken by illustrious people such as Leon Battista Alberti, Leonardo, Michelangelo, Albrecht Dürer, Francesco di Giorgio Martini and Sangallo, to mention some of the most important names operating between the mid-fifteenth and the first half of the sixteenth century. These are functional solutions to a new "art of war" that provides for the mutual protection of the ramparts through the crossfire of gunboats.

The pentagonal bulwarks represent the characteristic element of these construction systems and, if adapted to the morphology of the places, offer a series of great interest and the possibility of defining a catalogue of forms, a theme addressed in the first chapter of the volume "The bastioned front: birth and development of a model between ideal forms and adaptation to the site". The optimal conditions of the site, which allow the transposition on the ground of an ideal "drawing" created with the use of geometric-proportional matrices and precise graphic design processes that solve a practical need with the help of numbers and "golden" shapes. They are the subject of further study for the discovery of "underlying geometries" and procedures,

dure, che richiedono un esame approfondito affidato al rilievo dell'architettura, all'analisi grafica dei progetti e allo studio comparato della trattatistica militare.

Questo secondo aspetto è l'oggetto del secondo capitolo "Le cittadelle cinquecentesche: l'importanza della geometria tra disegno di progetto e tracciamento", in cui si analizzano anche le figure degli specialisti di maggior rilievo, si individua la loro "firma", se ne ripercorre la formazione ed una rivalità sottolineata da frequenti contrasti nell'approvazione dei progetti e nell'impiego delle differenti soluzioni tecniche.

Oggetto di una lettura critica è l'analisi dei trattati e della documentazione d'archivio in cui si evidenzia il ruolo del Disegno nello sviluppo di metodi di rappresentazione finalizzati allo studio e alla comunicazione delle architetture militari. Oggigiorno le nuove frontiere digitali offrono l'opportunità di documentare -quindi di favorire le condizioni per tutelare- il patrimonio culturale attraverso strumenti e metodi di grande precisione, che richiedono un uso attento qualora finalizzato, oltre che all'analisi e all'acquisizione di dati, alla condivisione e divulgazione.

Comunicare questo patrimonio ad un vasto pubblico rappresenta un obiettivo di primaria importanza; per fare ciò è necessario costruire modelli di facile comprensione ma al contempo carichi di significati scientifici.

Questo aspetto, indagato attraverso l'esame della rappresentazione "storica" e della sperimentazione di "nuove espressioni grafiche" che integrano tradizionale e digitale, è al centro del terzo capitolo "Rappresentare le cittadelle tra antichi modelli e nuove frontiere digitali", sezione del volume che ospita alcuni casi di studio selezionati.

which require a thorough examination entrusted to the architectural survey, the graphic analysis of projects and the comparative study of military treatises.

This second aspect is the subject of the second chapter "The sixteenth-century citadels: the importance of geometry between design and tracing", in which we also analyse the figures of specialists, we identify their "signature", the formation and rivalry highlighted by frequent contrasts in the approval of projects and in the use of different technical solutions.

Subject of a critical reading is the analysis of treatises and archival documentation in which the role of drawing in the development of methods of representation aimed at the study and communication of military architecture is highlighted.

Today, the new digital frontiers offer the opportunity to document -and thus facilitate the conditions for protecting- the cultural heritage through instruments and methods of great precision but requiring careful use when finalized, as well as analysis and data acquisition, sharing and dissemination.

Communicating this heritage to a wide audience is a primary objective; to do this it is necessary to build models that are easy to understand but at the same time full of scientific meanings.

This aspect, investigated through the examination of the "historical" representation and the experimentation of "new graphic expressions" that integrate traditional and digital, is at the centre of the third chapter "Representing the citadels between ancient models and new digital frontiers", section of the volume hosting selected case studies.

Note

¹ Cfr.: O. Zerlenga, V. Menchetelli, A. Gesse (Eds.) (2024). *Forest Therapy. The challenge of the future for the project of living environments*. In: DISEGNARECON, vol. 17, n. 33 <<https://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/issue/view/36/showToc>>; O. Zerlenga (2025). *Nuove ecologie per coabitare mondi che cambiano*. In: B. De Angelis, L. Farroni (a cura di). *Ambienti Flessibili. Indagini interdisciplinari sulla flessibilità*. Università degli Studi Roma Tre: Roma TrePress, collana 'Architettura, Società e Innovazione', vol. 6, in corso di pubblicazione.

² Home, Chi siamo, in <<https://www.scuoladipitagora.it/>>

³ Il suo trattato "De re aedificatoria" va in stampa nel 1485, a tredici anni dalla morte dell'autore e a trenta dalla sua stesura. Il testo, a partire dal pensiero di Vitruvio, che lo influenza in maniera importante, affronta in alcuni capitoli il tema delle fortificazioni e, in particolare, pone l'accento sulla valutazione dello spazio da lasciare libero in adiacenza alle mura per liberarlo in caso di crolli. Inoltre, suggerisce l'utilizzo di contrafforti elevati su base triangolare ed uniti da archi in modo tale da poter riempire lo spazio libero tra di essi con argilla e paglia, soluzione che ritroveremo più tardi adottata nelle moderne fortificazioni costituite da setti collegati da strutture voltate a sostegno di un terrapieno in terra e fascine. L'Alberti considera la fortificazione come un edificio, come un unico sistema e non come sommatoria di più elementi distinti (diversamente da Francesco di Giorgio), supera la tradizione medievale preferendo alle alte cortine le mura basse ed inclinate ed imposta un forte legame tra progetto e realizzazione, atteggiamento che diverrà comune nella trattatistica del Cinquecento, rappresentando perciò l'elemento di passaggio tra le fortificazioni medievali e quelle "alla moderna".

⁴ Numerosi indizi confermano i rapporti tra Francesco di Giorgio (1439-1501) e Leonardo. Il confronto tra i due grandi progettisti condurrà ad una significativa influenza di Leonardo da Vinci sulle opere militari realizzate nel corso del Cinquecento nel meridione d'Italia.

⁵ Autore che suggerisce l'utilizzo di forme base impiegate per rinforzare il fronte di una piazza, tra le quali un saliente a pianta circolare, soluzione intermedia tra le concezioni medievali e le nuove cinte bastionate cinquecentesche. Considera la forma circolare come ottimale e lega la progettazione dell'opera alla tradizione di Leonardo, il quale a monte di una proposta progettuale pone una impostazione teorica che non risulta da una geome-

tria ben definita, bensì dallo studio delle forze in gioco.

⁶ A partire dalla seconda metà del Quattrocento si occupa di architettura civile e religiosa e dal novembre del 1477, in qualità di ingegnere militare, ha l'opportunità di condurre le sue ricerche e di sperimentare le nuove teorie di architettura militare ristrutturando o edificando ex novo, sistemi di rocche e fortificazioni nei territori posseduti da Federico da Montefeltro, divenendo così il più grande rappresentante di quell'architettura che sarà detta di "transizione". Nel 1490 è chiamato a Milano da Gian Galeazzo Sforza dove collabora con Leonardo da Vinci per la progettazione del Tiburio per il Duomo di Milano e della cattedrale di Pavia; successivamente (1494-95) si sposta a Napoli al servizio degli Aragonesi, come ingegnere militare, in occasione dell'assedio di Castel Nuovo da parte delle truppe di Carlo VIII.

⁷ Giuliano da Sangallo (1443-1516). Inizia la sua carriera nella bottega del Francione come intagliatore di legno, legnaiolo e maestro d'ascia; quindi, si dedica a numerose opere di architettura civile, religiosa e militare. Tra le sue opere più importanti a carattere militare ricordiamo: le fortificazioni di Arezzo, Sansepolcro, Poggibonsi, Pisa e Nettuno. Antonio da Sangallo il Vecchio (1455-1553), fratello di Giuliano, intarsiatore, legnaiolo, architetto. Tra le sue opere militari più famose: la fortezza vecchia di Livorno, la rocca di Civita Castellana. Collabora, inoltre, alla fortezza di Poggio Imperiale a Poggibonsi e all'esecuzione del forte di Nettuno. Antonio da Sangallo (il Giovane) si forma nella bottega fiorentina condotta dagli zii, Giuliano e Antonio da Sangallo il Vecchio. Nel 1503 si reca a Roma, dove rimane praticamente per tutta la vita, assieme allo zio Giuliano, al servizio dei pontefici di casa Medici che gli affidano incarichi di primaria importanza, come la direzione della fabbrica di San Pietro (nel 1520, come successore di Raffaello), la costruzione di Palazzo Farnese e quella della chiesa di Santa Maria di Loreto al Foro Traiano (1507), oltre a vari altri edifici pubblici e privati. Come architetto militare progetta le fortificazioni urbane di Roma, la Fortezza da Basso di Firenze (1534-1537) assieme a Pierfrancesco da Viterbo, Nanni Unghe-ro e Alessandro Vitelli e quella di Ancona (1532).

⁸ "Balluardo, il quale assolutamente è capo e principio di tutte queste composte fabbriche per essere corpo grande, capace e reale come il suo nome di nota, chiamandosi corrottamente Balluardo, quasi Bellumguardo, da bellum che significa guerra, cioè che guarda e difende dalle battaglie (Maggi e Castriotto, 1564)".

1 Il fronte bastionato: nascita e sviluppo del modello tra forme “ideali” e adattamento al sito



Fig. 1. La torre di Portixedda ad Oristano.
(fonte: (<https://www.sardegna.digitalibrary.it/index.php?xsl=626&id=107949>)).



Fig. 2. Torre quattro-cinquecentesca che integra le bocche da fuoco con la difesa piombante di matrice medievale (2016).



Fig. 3. La fortezza di Salses (2011).

In Europa l'avvento delle bocche da fuoco⁷ e il progressivo miglioramento della qualità della polvere da sparo determinano nel corso del Quattrocento un aumento della velocità e della gittata dei proiettili, il quale richiede un sostanziale mutamento dell'arte ossidionale e una modifica dei sistemi di progettazione delle cinte murarie esistenti⁸.

I più importanti centri urbani e i territori degli stati europei e africani che si affacciano sul Mediterraneo e sull'Atlantico iniziano un percorso di modificazione dei paesaggi, che presto interesserà anche le colonie del Nuovo Continente e le coste di Africa e Asia. Le mura urbane di matrice medievale, costituite da cortine rettilinee e alte torri di avvistamento non più capaci di resistere alla forza distruttiva dei cannoni⁹, vengono progressivamente integrate da robusti terrapieni dotati di scarpa¹⁰, peraltro già in uso a partire dal Trecento¹¹. Il rinnovamento prevede inoltre la sostituzione delle torri quadrangolari con altrettante cilindriche di minor altezza (fig.1) e la progressiva modifica delle feritoie con più ampie aperture strombate e dei merli con i più robusti merloni. Queste modificazioni determinano il graduale abbandono della cosiddetta “difesa piombante”, sino ad allora affidata alla massa e robustezza delle mura protette da caditoie a sbalzo, dalle quali venivano gettati materiali quali proiettili lapidei, olio bollente o pece fusa, e da feritoie o spazi aperti fra le merlature, ove prendevano posizione gli arcieri.

Quest'epoca è pertanto caratterizzata da una ricerca di soluzioni tecniche che garantiscano un adeguamento delle difese, laddove non è possibile un completo rifacimento delle strutture esistenti. Oltre all'abbassamento dei corpi di fabbrica ed all'utilizzo di torrioni cilindrici d'angolo di notevoli dimensioni e di altezza pareggiata alle cortine (figg.2-5), si aumentano gli spessori murari. Ciò avviene, oltre che con il *terraplenar*¹² (fig.6) anche con rifasciamenti¹³ o ampliamenti che determinano una modifica della forma¹⁴, inglobano e rifunzionalizzano le strutture esistenti, come si osserva nelle fortificazioni di Rodi¹⁵ realizzate dagli ingegneri italiani (figg.7-9) e in altri cantieri per tutto il Cinquecento (figg. 10-14).



Fig. 4. Fortezza di Salses (Spagna) costruita da Ramiro López nel periodo 1497-1503. Torri cilindriche dotate di scarpa (2011).



Fig. 5. Terrapieno "moderno" per la difesa della città di Castelsardo in Sardegna (fonte: <https://www.sardegna-geoportale.it/>).

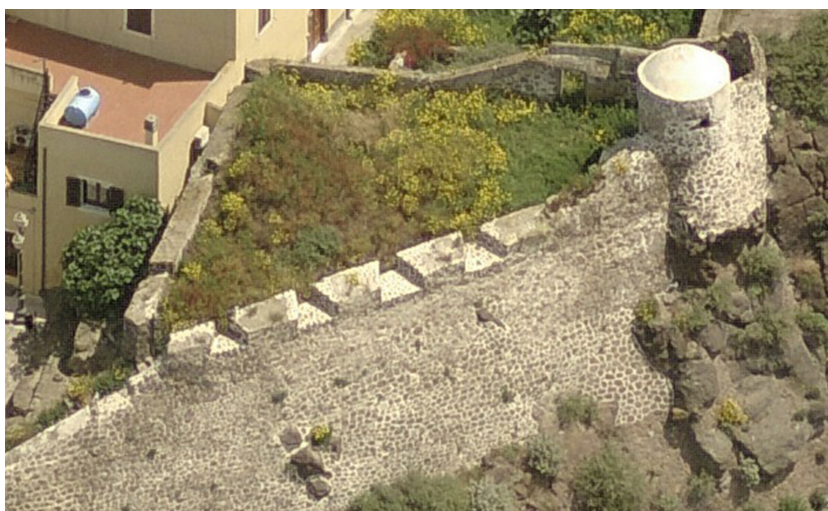


Fig. 6. Mura "moderne" per la difesa della città di Castelsardo in Sardegna (fonte: <https://www.sardegna-geoportale.it/>).

Andrea Pirinu



Fig. 7. Cinta muraria di Rodi (Grecia) con dettaglio dell'adeguamento delle difese (Google Earth, 2023).

Fig. 8. Cinta muraria di Rodi (Grecia) con dettaglio dell'adeguamento delle difese e reimpiego di un torrione con funzione di "cavaliere" (Google Earth, 2023).

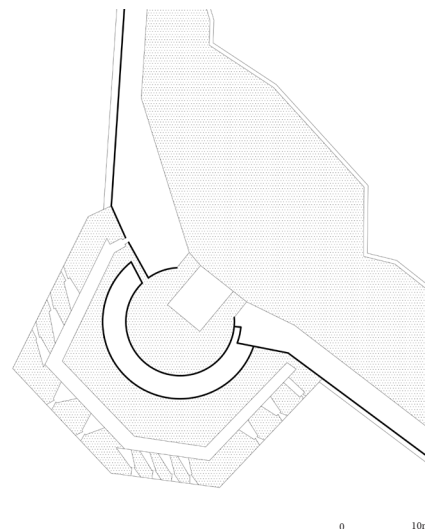


Fig. 9. Cinta muraria di Rodi (Grecia). Baluardo di Spagna che presenta pareti non scarpate ma perfettamente a piombo. Si distingue la linea medievale e il corridoio che conduce alle postazioni per artiglieria (rielaborazione grafica del documento pubblicato in Santoro 1994).

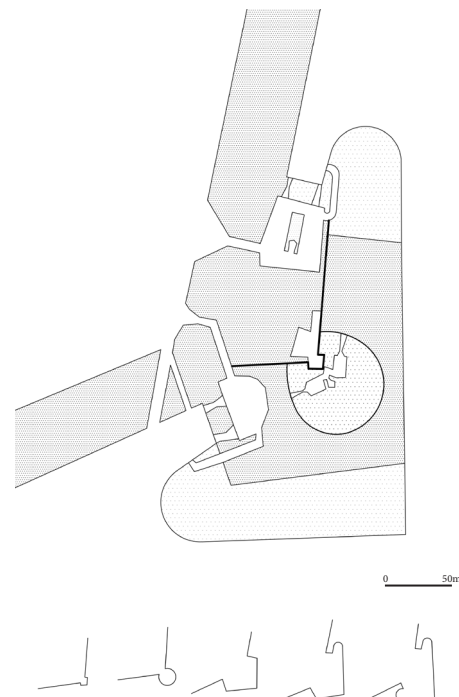


Fig. 10. Lucca. Baluardo detto la "Libertà". Evoluzione del sistema difensivo (rielaborazione dello schema grafico pubblicato in Luisi 1996).

In questa fase di sviluppo, le forme basate su piani inclinati assumono un protagonismo crescente a scapito delle forme basate su superfici curve¹⁶. Tuttavia, il loro livello di affidabilità non consente ancora una completa rinuncia ai sistemi tradizionali, che coesistono unitamente alle nuove soluzioni ideate per far fronte alla potenza dirompente delle artiglierie, come si osserva nell'analisi del patrimonio architettonico di questo preciso momento storico. Per tale motivo, le fortificazioni attuate in quest'epoca, definite "di transizione", di fatto rappresentano precise risposte a precise condizioni di guerra, queste sì transitorie (figg.15-16)¹⁷.

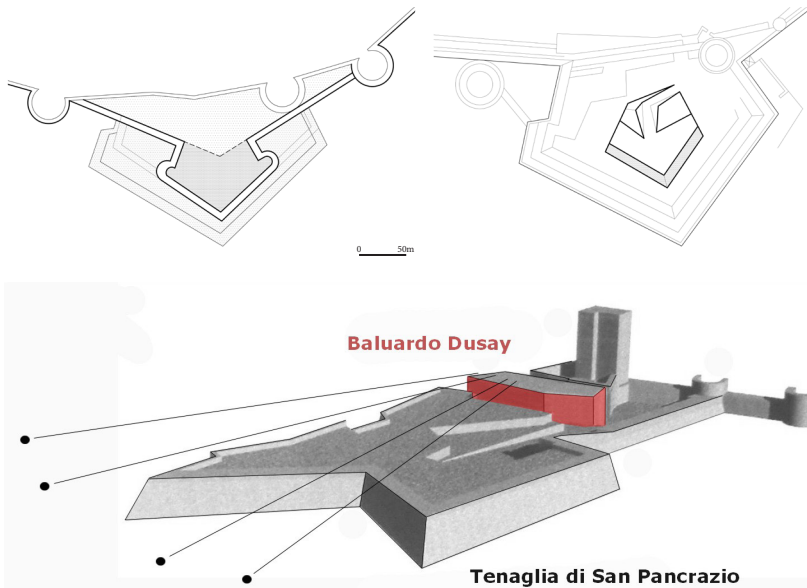


Fig. 11. Alghero. Rielaborazione del disegno di Giorgio Paleari (1573) che evidenzia il riutilizzo come "cavalier" del bastione di Montalbano realizzato dal Capellino.

Fig. 12. C Alghero. Rielaborazione Plan de la Ville d'Alguer (Archivio di Stato di Torino, Carte Topografiche e Disegni, Carte Topografiche Segrete, Alguer 29 A I Rosso) che mostra il completamento del bastione di Montalbano provvisto di "cavalier".

Fig. 13. Evoluzione del sistema difensivo e reimpiego di strutture esistenti. Rielaborazione del disegno pubblicato in Casu 2004.



Fig. 14. Postazioni per artiglieria lungo il settore nord del baluardo Dusay (2018).



Fig. 15. Postazioni per archibugio e bombarda all'interno del baluardo Dusay a Cagliari.

Fig. 16. Postazioni per artiglieria all'interno del baluardo Dusay a Cagliari (2018).



Fig. 17. Mura di Volterra. Le bocche di volata a chiave rovesciata inserite nella muratura sono in funzione di una particolare artiglieria, legata con canapi su cavalletti di legno e a canna lunga, caratteristica dell'epoca (2011).

Fig. 18. Mura di Volterra- Postazione per artiglieria a controllo del piede delle mura (2011).

“La difesa era affidata generalmente ad armi leggere, disposte su più file di fuoco sovrapposte. Le bocche da fuoco di questo periodo avevano un’ampia apertura verso l’interno, con sguanci laterali, che si restringeva ben oltre la mezzeria dello spessore murario. Esternamente la bocca presentava generalmente uno scudo in pietra, con apertura circolare semplice o a toppa rovesciata (figg. 15-16), quest’ultima realizzata con una fessura verticale ed in basso un foro circolare più ampio.

Un esempio importante di questo primo adattamento del linguaggio dell’architettura militare all’uso delle artiglierie è certamente rappresentato dalla fortezza fiorentina di Volterra (figg. 17-18). Questa compendia e rappresenta in maniera singolare lo stato di avanzamento della sperimentazione architettonica militare nella seconda metà del ‘400. Iniziata nel 1472 su progetto di Francesco di Giovanni di Matteo detto il Francione¹⁸ e con la consulenza del Duca d’Urbino Federico da Montefeltro, la fortezza è articolata in più complessi formalmente conclusi, che sembrano reinterpretare il tema di radice medievale dello scaglionamento della difesa in fasi successive. Un quadrilatero con torrioni circolari a scarpa e mastio centrale è collegato con lunghe cortine parallele ad un altro nucleo fortificato, costituito dai sistemi di difesa della Porta a Selci, dal cosiddetto “cassero” e da un grande puntone affacciato sulla vallata. Come evidenzia il Severini, il puntone anticipa, anche se in maniera immatura, i parametri formali del bastione” (Bevilacqua, Salotti 2010, p.26).

La necessaria e progressiva connessione tra l’architettura e l’ingegneria e ancor di più l’intreccio tra l’ingegneria e la ricerca scientifica caratterizzano quest’epoca¹⁹; l’utilizzo della matrice vitruviana, “riscoperta” attraverso il rilievo delle architetture classiche dai trattatisti del Rinascimento ed in uso nella progettazione di edifici civili, viene estesa nel progetto delle fortezze cinquecentesche²⁰. I progetti e le opere si susseguono con grande intensità in ragione dell’urgenza bellica e la spinta verso un modello funzionale porterà alla definizione dell’elemento che più di ogni altro caratterizzerà l’architettura militare cinquecentesca: il bastione di forma pentagonale. Collocato all’unione di due cortine il cui sviluppo in lunghezza è determinato dalla portata delle armi da fuoco, il nuovo sistema di difesa viene ideato da Francesco di Giorgio Martini e sviluppato poi dai Sangallo. L’architetto senese realizza, tra il 1480-82 ed il 1486 (Mussini 1991) durante il suo soggiorno presso la corte di Federico di Montefeltro a Urbino, il Trattato di Architettura Civile e Militare²¹ del quale esistono due versioni²².

La prima corrisponde al codice Ashburnham 361²³ conservato presso la Biblioteca Laurenziana di Firenze, un'opera che nella prima sezione tratta l'architettura militare e fornisce indicazioni dettagliate su un gran numero di elementi progettuali²⁴ (tra i quali l'altezza della superficie di muro scarpato, le dimensioni del fosso o ancora l'angolo di sporgenza della scarpa), e mostra numerosi esempi di fortezze e macchine e consiglia le rocche fortificate a perimetro circolare²⁵.

Una delle caratteristiche che contraddistinguono le opere di Francesco di Giorgio è l'adattamento delle forme (fig.19) alla morfologia dei luoghi²⁶. Le sue architetture esprimono la genialità del progettista, che di volta in volta realizza un'opera differente sulla base delle necessità da affrontare (figg. 20-21) e abbandona progressivamente l'utilizzo di caditoie e di torri circolari concentrando la sua attenzione sullo studio dei profili angolari, come si osserva nella rocca di San Leo (figg.22,23), più adatti a realizzare l'idea di "mura fuggitive". Come scrive Fara: "in Francesco il puntone, come l'impianto romboidale in genere ed il rivellino, ha il significato di rivolgere angoli salienti verso le bombarde dell'assediente, per offrire superfici inclinate, «fuggitive», ai tiri perpendicolari"²⁷. Nel 1477 l'idea progettuale di un rivellino²⁸ acuto con un inviluppo a più facce ed una sorta di orecchione per Costacciaro (Fig.24), difeso dal tiro di fiancheggiamento delle mura, interpreta le prime funzioni del futuro baluardo. Queste realizzazioni ancora legate alla difesa piombante, non prendono avvio da una forma prestabilita, ma

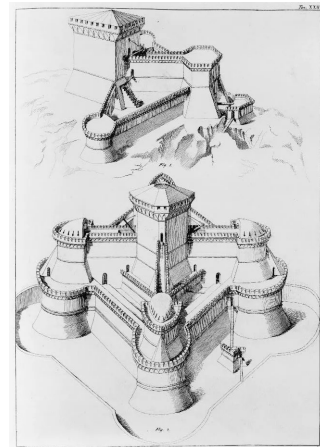


Fig. 19. F. di Giorgio. Fortezza adattata al sito (<https://www.britannica.com/biography/Francesco-di-Giorgio#/media/1/216578/121343>).

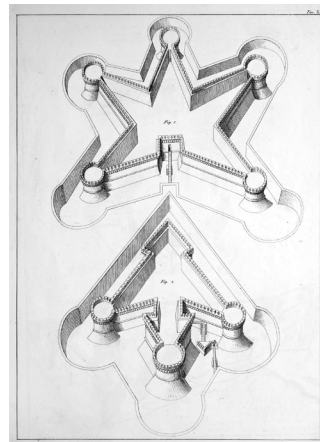


Fig. 20. F. di Giorgio - Tavola XI (Promis 1841).



Fig. 22. Veduta della rocca di San Leo (<https://www.riminitouring.com/>).

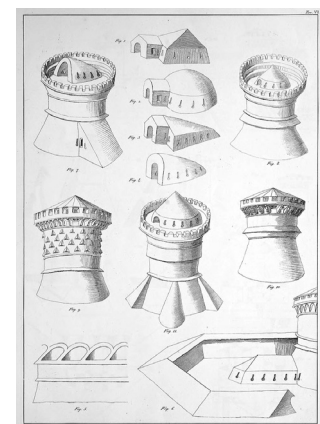


Fig. 21. F. di Giorgio - Tavola VI (Promis 1841). Si osserva l'impiego di speroni alla base della torre, soluzione analoga a quanto proposto da Leonardo e nel corso del Cinquecento da diversi progettisti.

Andrea Pirinu

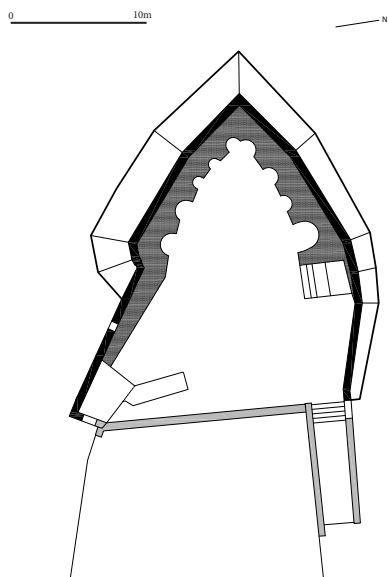


Fig. 24. F.di Giorgio Martini. Costacciaro. Rielaborazione grafica del rilievo pubblicato in Fiore 1988.



Fig. 23. Rocca di san Leo (Rimini), opera di F. di Giorgio Martini (fonte: www.google.it).



Fig. 25. Rocca di Sassocorvaro (Google Earth, 2023). Francesco di Giorgio Martini aveva condotto diversi studi sull'antropomorfismo e lo zoofomismo in architettura e questo richiamo alla tartaruga ne è una conseguenza.

sono l'esito della composizione di più elementi funzionalmente utili tra loro e coordinati²⁹, la quale dà origine a soluzioni uniche (fig.25)³⁰. Ciò è possibile attraverso l'utilizzo di rivellini, capannati³¹ e caponiere, posizionati all'esterno delle mura con il compito di puntare le artiglierie sul perimetro scarpato della fortezza e di difendere così le parti "non fiancheggiabili" con i pezzi disposti lungo il perimetro difensivo. Il trattato troverà applicazione in numerose realizzazioni del periodo, tra le quali la rocca roveresca di Senigallia (figg.26-27) e le fortificazioni di Ostia realizzate da Baccio Pontelli³² (figg.28-30) e le opere di adeguamento delle difese del sud Italia³³ (figg.31-35 Taranto e Otranto). La storiografia ufficiale individua un nuovo impulso alla sperimentazione architettonica militare nel 1494 con la calata delle truppe francesi di Carlo VIII, giunto nella penisola per rivendicare i propri diritti ereditari sul trono di Napoli. Come racconta il Guicciardini, le truppe francesi mostrarono una notevole superiorità di equipaggiamento: quarantamila uomini con 36 grossi calibri, 104 colubrine, 200 falconetti trainati e più di 1200 grossi archibugi. Le innovazioni tecniche delle artiglierie francesi spiazzarono gli eserciti delle giovani signorie nostrane. I pezzi adottavano palle esclusivamente di ferro del diametro di 10 cm circa, mentre in Italia si usavano ancora palle di pietra, più pesanti, poco maneggevoli con diametri fino a 50-60 cm. Inoltre, i pezzi più leggeri come i passavolanti (fig.36), presenti anche in Italia, venivano dai francesi trasportati su ruote e trainati da cavalli, dotati di una potenza di fuoco superiore

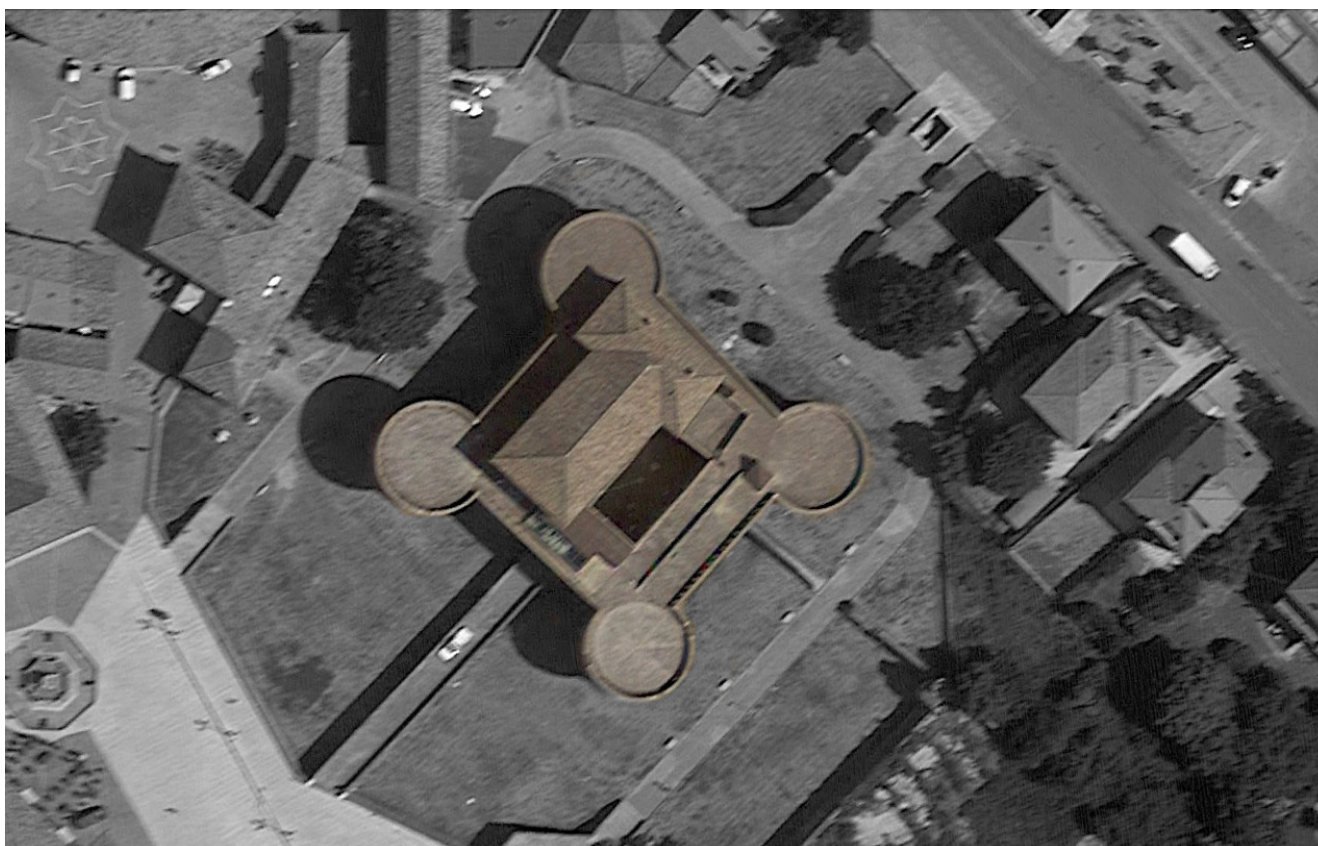


Fig. 26. Rocca di Senigallia progettata da Baccio Pontelli (Google Earth, 2023). Vista aerea.



Fig. 27. Rocca di Senigallia progettata da Baccio Pontelli (Google Maps, 2020). Scorcio sui torrioni e sull'accesso alla fortezza.

Andrea Pirinu



Fig. 28. Castello di Ostia (2023).



Fig. 29. Castello di Ostia (2023).

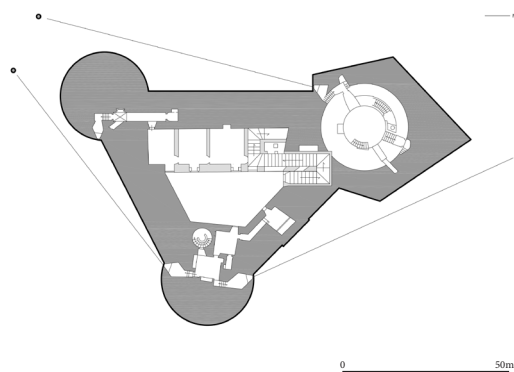


Fig. 30. La soluzione prevista da Baccio Pontelli prevede l'impiego di un baluardo pentagonale che ingloba il mastio ma non risolve pienamente l'obiettivo di copertura del perimetro di difesa per la presenza di "angoli morti" in corrispondenza dei due torrioni.



Fig. 31. Castello di Taranto, simile alle fortificazioni urbane di Otranto e privo delle caditoie (da Ricci 2014, p.76).



Fig. 32. Veduta del castello di Taranto (2022).

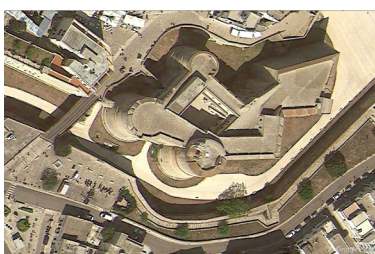


Fig. 34. Castello di Otranto (Google Earth, 2022).



Fig. 35. Castello di Otranto (2022).

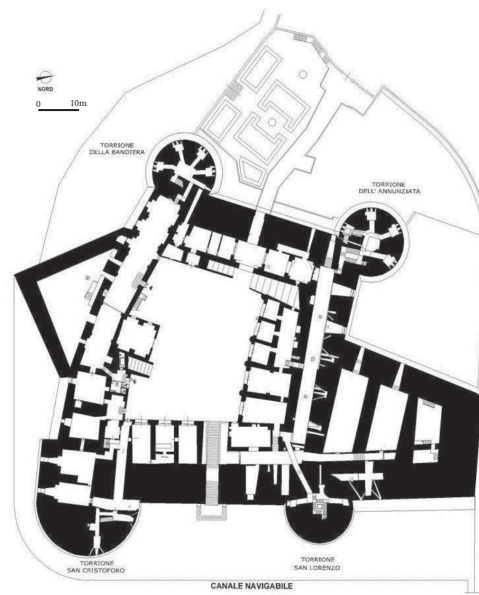


Fig. 33. Taranto. La soluzione progettuale ricorda fortemente il Disegno di "Rocca Esagona per luogo offendibile da una sola parte", presente a pag.96 del Codice Magliabechiano (da Ricci 2014, p.130).

e di intervalli di tempo per la ricarica molto minori (da Bevilacqua 2010, p.31). Oltre al già citato Francesco di Giorgio Martini, in Italia tra la fine del Quattrocento e la prima metà del Cinquecento operano Francesco di Giovanni di Matteo detto il Francione³⁴, Giuliano Giamberti detto Sangallo³⁵, il fratello Antonio il Vecchio e il nipote Antonio il Giovane³⁶, Michelangelo Buonarroti e Baldassarre Peruzzi, Michele Sanmicheli³⁷ attivi tra Firenze, Siena, la terraferma e l'oltremare di Venezia. Si occupano di architettura militare anche Donato Bramante da Urbino, il senese Pietro Cataneo e Sebastiano Serlio, per citare alcuni dei nomi più illustri di progettisti ed autori di trattati specialistici.

Nel meridione d'Italia sono gli ingegneri militari al seguito di Carlo V gli autori della trasformazione "moderna" dei castelli angioini o della realizzazione di nuove opere. Citiamo su tutte, l'opera dello stesso Francesco di Giorgio, di Evangelista Menga³⁸ (figg.37-40) e dello spagnolo Pedro Luis Escrivà (fig.41-42).

La svolta decisiva allo sviluppo delle cosiddette fortificazioni "alla moderna" si compie attraverso l'attività progettuale dei Sangallo, i quali abbandonano definitivamente la difesa piombante. Si realizza così un sistema

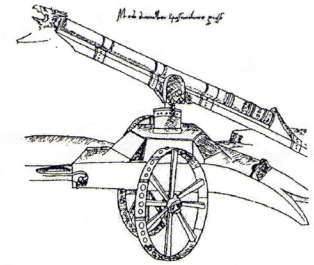


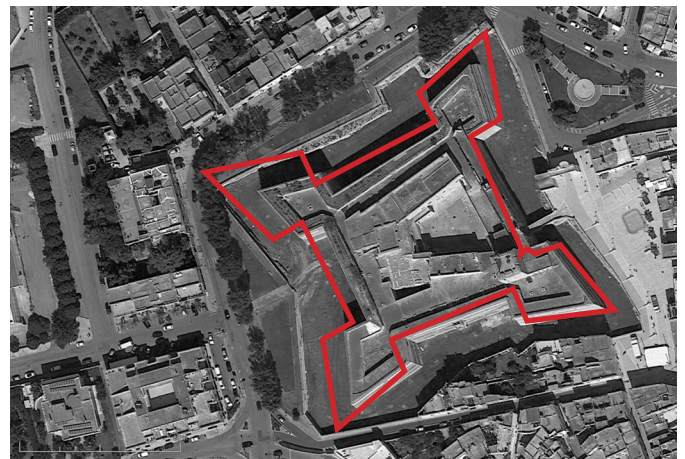
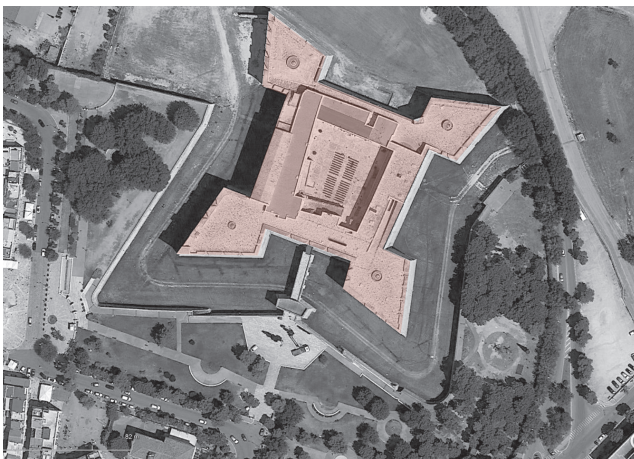
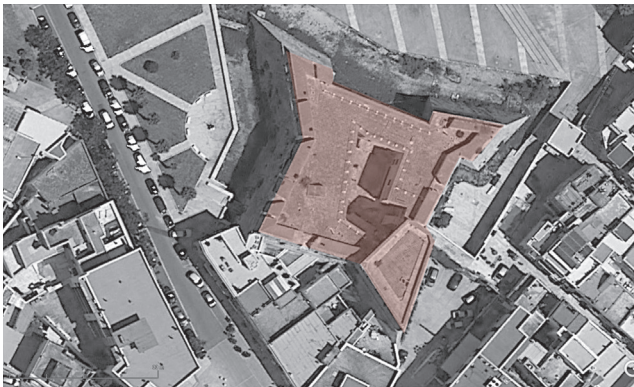
Fig. 36. "Modo di incavalotto di passavolante grosso" di F. di Giorgio Martini (da Casu e al., 1995).

Fig. 37. Mola di Bari (Google Earth, 2023).

Fig. 38. Castello angioino di Parabita risalente al XIV secolo. Tra il 1535 al 1678, la fortezza venne ristrutturata e ammodernata secondo i criteri militari dell'epoca. Tra gli anni 1540-1545, i lavori guidati da Evangelista Menga portarono alla demolizione dei vecchi torrioni circolari e alla costruzione di quattro bastioni a pianta lanceolata di differente forma e dimensione.

Fig. 39. Castello di Barletta (Google Earth, 2023).

Fig. 40. Confronto su base aerea tra il castello di Coperlino e il castello di Barletta (traccia rossa). Si osserva l'impiego della medesima forma dei baluardi (privi di fianco ritratto), medesima dimensione delle cortine e differente dimensione dei baluardi.



Andrea Pirinu



Fig. 41. Forte dell'Aquila (Google Earth, 2022).



Fig. 42. Forte dell'Aquila. Vista d'insieme (2024).

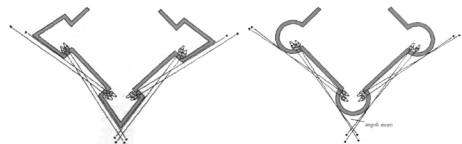


Fig. 43. Zone morte e bastioni a freccia (da Lanteri, 1557).

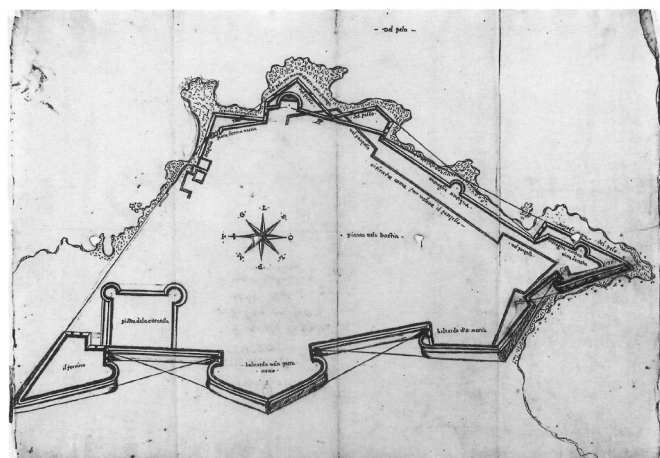


Fig. 44. Progetto (solo in parte realizzato) per l'ammodernamento delle difese della città di Bastia ad opera dell'ingegnere Pelo Domenico (1581/1590 ASG Corsica n.402, da Corsica. Immagine e cartografia, p.77).



Fig. 45. Bastia. Torrione circolare dotato di scarpa e collegato alla nuova cortina "moderna" (2024).

di fiancheggiamento perfetto che elimina le cosiddette "zone morte" (fig.43) e permette di difendere con il fuoco d'infilata la cortina alla destra e alla sinistra del bastione, fino ai bastioni contigui, e di essere a sua volta difeso da questi ultimi. Saranno le linee di tiro, da ora in avanti, a definire il disegno funzionale della fortificazione moderna (figg.44-46). La forma del bastione a pianta pentagonale consente inoltre l'utilizzo di un maggiore spazio, rispetto alle torri tonde, per il posizionamento delle bocche da fuoco e dei cannonieri. I primi esempi di realizzazioni si registrano nella Repubblica fiorentina (1484), dove Antonio da Sangallo racchiude il castello di Brolio in Chianti (fig.47) all'interno di un perimetro pentagonale, e nel primo Principato mediceo dove Firenzuola è chiusa da una cinta quadrangolare nel periodo 1474-1502. Al Poggio Imperiale di Poggibonsi, ad opera di Giuliano ed Antonio da Sangallo e per volere di Lorenzo il Magnifico, si realizza un pentagono con cinque bastioni (1505). Nello Stato Pontificio su volere del Papa Alessandro VI vengono eretti (Fig.47) i forti di Civitacastellana³⁹, con quattro baluardi e un torrione (1494) e di Nettuno (1502)⁴⁰, con quattro bastioni⁴¹, ad opera di Antonio da Sangallo, il primo dei fratelli a adottare alla fine del secolo XV a Civitacastellana il baluardo con orecchioni arrotondati⁴² e fianchi ritirati, i quali garantiscono una più ampia apertura di tiro e migliore resistenza all'artiglieria. L'opera di affinamento della tecnica progettuale proseguirà e raggiungerà il suo apice intorno al 1530⁴³. Il modello si diffonde in tutt'Europa, dove si assisterà dal XV al XVIII secolo, come ben descritto da Marino Viganò⁴⁴, alla realizzazione di nuove fortezze e ad adeguamenti delle cinte

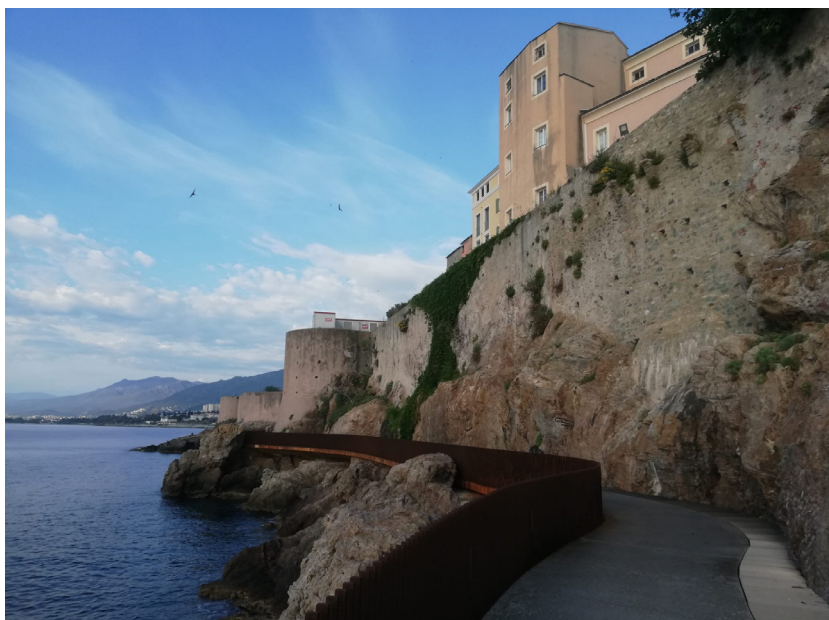


Fig. 46. Bastia. Linea fronte mare di matrice medievale (2024).



Fig. 47. Castello di Brolio in Chianti nel territorio di Siena.
(Fonte: <http://viaggiandoconlastoria.altervista.org/castello-di-brolio-gaiole-in-chianti>).

murarie esistenti, anche con il riutilizzo e rifunzionalizzazione di modelli superati⁴⁵, nelle colonie del Nuovo Continente⁴⁶ sino alle coste dell'Africa e dell'Asia.

In questi anni si compie la realizzazione della Fortezza da Basso⁴⁷, ad opera del Sangallo il Giovane (1534)⁴⁸, per la corte medicea (Fig.48) che fonde arte della guerra e simbolismo⁴⁹; seguirà un'altra opera a pianta pentagonale simmetrica del milanese Giovan Battista Calvi⁵⁰ per Pier Luigi Farnese (1547) a Piacenza (fig.49) e a Rosas in Spagna (fig.50).

A queste prime esperienze faranno seguito numerose altre, con forma irregolare adattata alle preesistenze e regolare quando le condizioni del sito permettono un'applicazione rigorosa dei modelli.

La prima cittadella che viene realizzata in Italia a pianta regolare (1564-1566) è quella di Torino⁵¹ ad opera di Francesco Paciotto per Emanuele Filiberto di Savoia (Spallone 2017, Davico 2018). Questa soluzione, impiegata dallo stesso progettista nel 1568 ad Anversa⁵² (fig.51) su incarico del Duca d'Alba, diviene il modello di riferimento per il progetto di ulteriori fortezze nei Paesi Bassi, e nel 1571 per Vespasiano Gonzaga e Jacopo Paleari Fratino⁵³ a Pamplona (figg.52-53) e nel 1592 per Tiburzio Spannocchi a Jaca (figg.55-56).

Il disegno di questi modelli si avvale dell'impiego del compasso, come sottolinea correttamente Charles Van de Heuvel⁵⁴ e come risulta evidente dall'esame dei disegni per le piazzeforti di Anversa, Groningen e Coe-



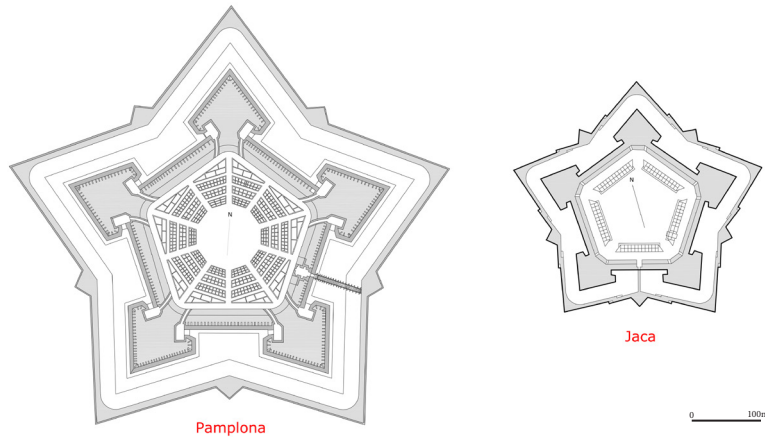


Fig. 55. Pamplona e Jaca. Rielaborazione della Planta de la fortificación de Pamplona, MPD, 09, 069 e Traça del Castillo de San Pedro q[ue] se tiene empegado en la Ciudad de Xaca, MPD, 38,092 (España. Ministerio de Cultura. Archivo General de Simancas).



Fig. 56. La cittadella di Jaca (Google Earth, 2023).

verden (Fig.57). La paternità dell'opera bastionata si deve alla scuola italiana, che diffonde il modello in Europa e non solo⁵⁵; alcuni tecnici stranieri ricoprono un ruolo di primo piano nel panorama del Cinquecento. Tra questi gli spagnoli Pedro Luis Escrivà, attivo in Italia⁵⁶ e a Tunisi nel presidio spagnolo della Goletta, ed il capitano Luis Pizaño, impegnato nel Milanese ed autore del progetto per la cittadella di Montpellier in Francia. La "scuola" dell'Escrivà (Cardone 2003), in particolare, condiziona il disegno delle architetture militari attraverso l'impiego del fronte "tenagliato" (figg.58-60) e con lo sviluppo dei forti a stella (figg.61-63), impiegati sino alle soglie dell'Ottocento come postazioni isolate a controllo del territorio (fig.64)⁵⁷ o cittadelle integrate con linea murata della città.



Fig. 58. Napoli. Forte di Sant'Elmo (Google Maps, 2024).

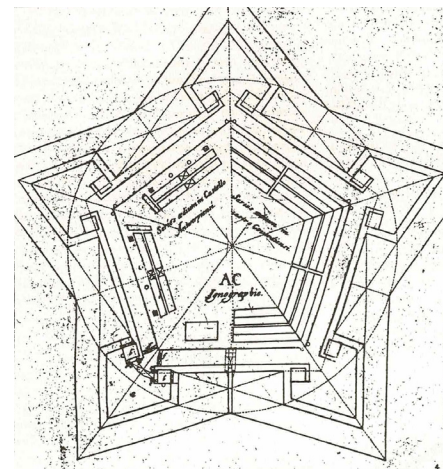
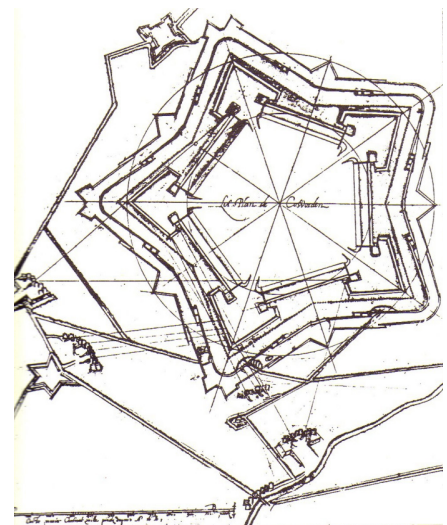


Fig. 57. Cittadelle delle Fiandre spagnole (da van den Huevel, 1994).

Andrea Pirinu

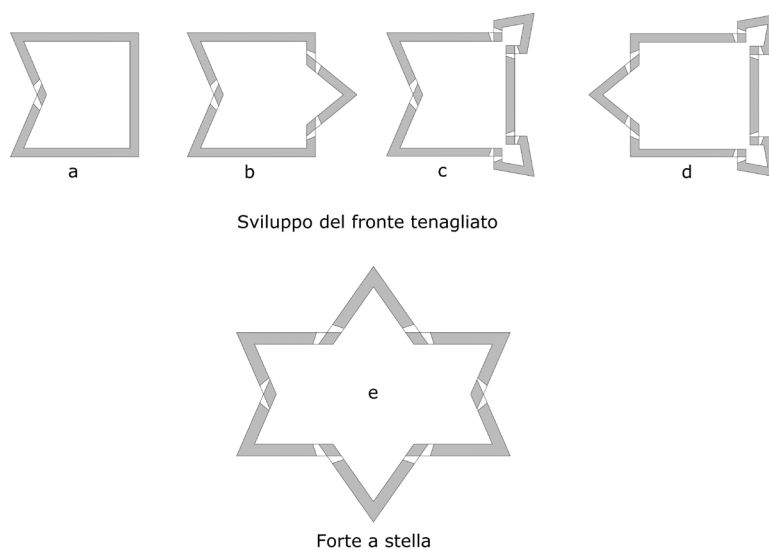


Fig. 59. Sviluppo del fronte tenagliato e soluzione finale del forte di sant'Elmo a Napoli (1537).

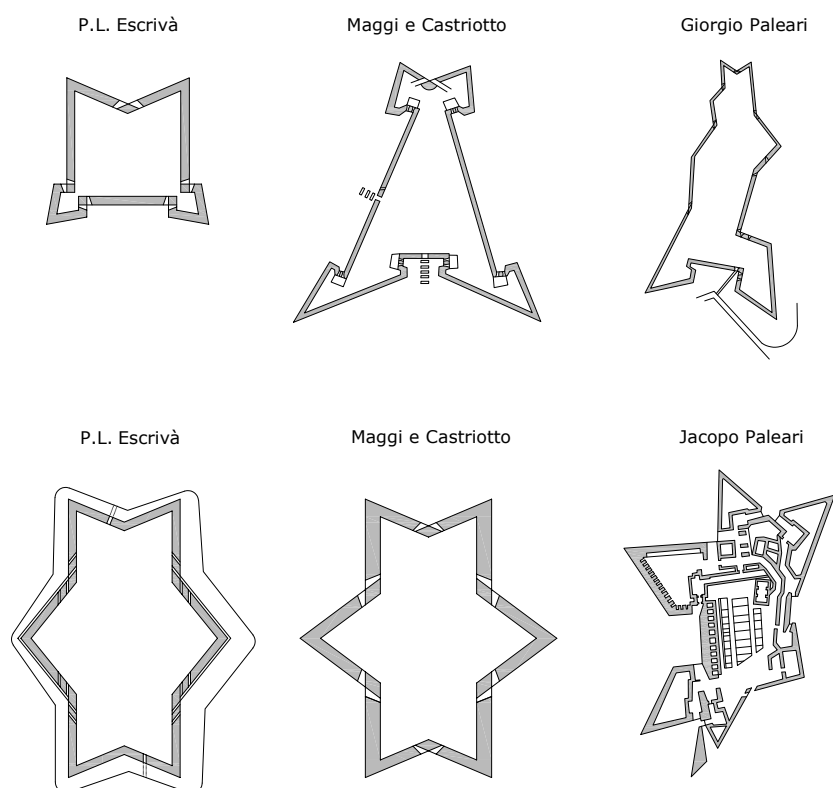


Fig. 60. Progetto di Giorgio Paleari per il forte di San Giuliano ad Alghero (1575) e rappresentazione (da Maggiorotti 1939) del forte di San Filippo realizzato a Setubal (1581) su disegno di Jacopo Paleari.

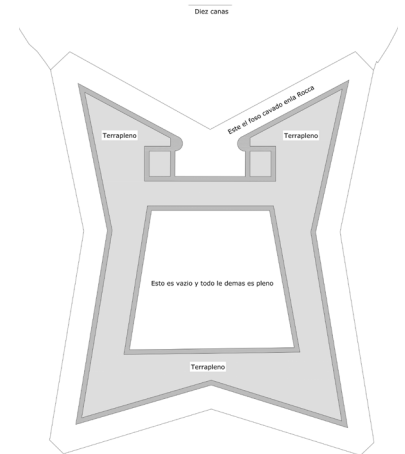
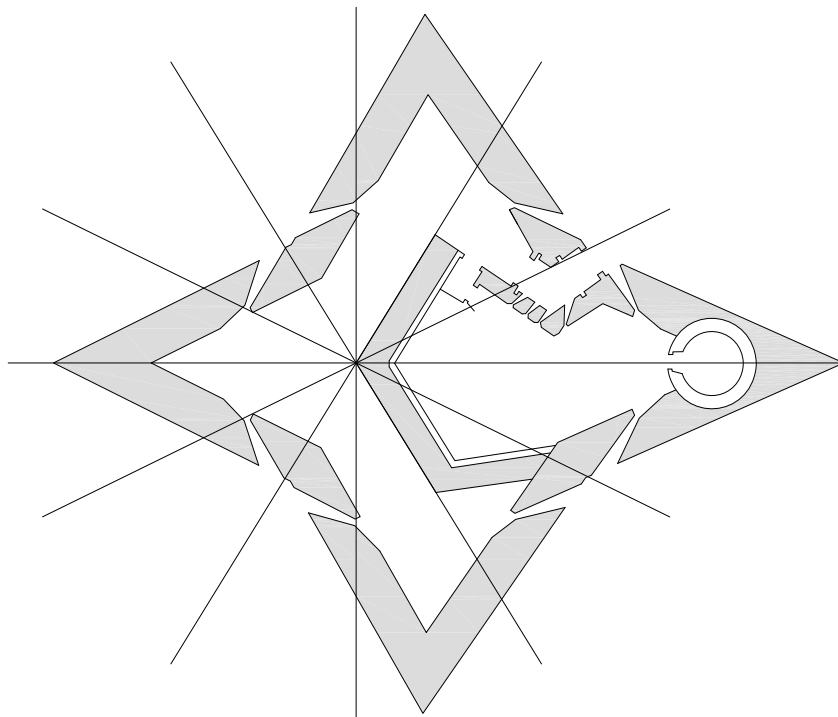


Fig. 61. Rielaborazione grafica del Plano de un fuerte junto al puerto de Malta, c.a. 1543, attribuito a P. L. Escrivà (AGS, MPD, 08, 63).

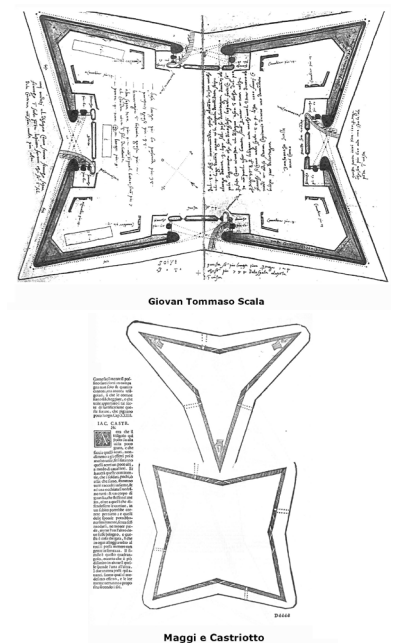
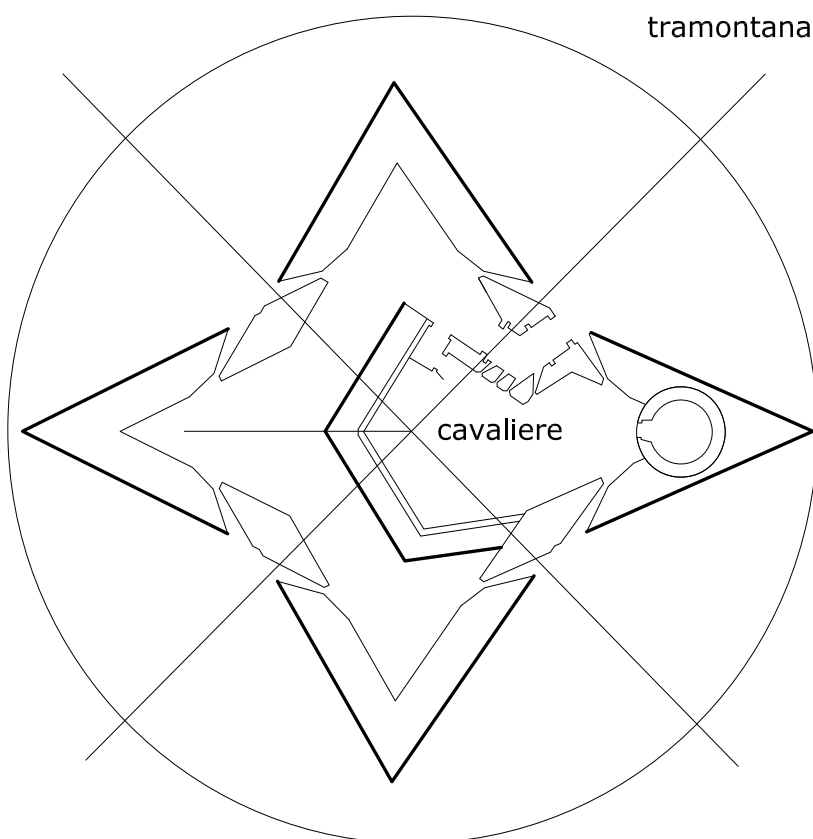


Fig. 62. Modelli di forti a stella di Iacomo Castriotto (6a) (da Maggi, Castriotto 1564) e dal Manoscritto di fortificazione di Giovan Tommaso Scala del 1550 (6b) (da Coppa 1999, p. 187). Il modello di Castriotto, il quale per altro ritiene la forma triangolare migliore del quadrato, affida la difesa del perimetro al tiro incrociato di cannoniere disposte nel punto di incrocio delle cortine ripiegate mentre Giovan Tommaso Scala predilige la più complessa realizzazione di cannoniere casamattate in arretramento rispetto al filo esterno dell'opera.

Fig. 63. Montpellier su disegno di Luis Pizaño (1480-1550).

Andrea Pirinu



Fig. 64. Anonimo, Planta del castillo de Càller y reparos y fortificaes. que el Virrey hazía pa. deffender los desembarcaderos en caso q. enemigos intentasen algo, allegata a una lettera del viceré di Sardegna, Juan Vives, datata 8 marzo 1625. ACA, Consejo de Aragón, Legajos, 1175, plano, <http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/1679409?nm> (ultimo accesso 6 giugno 2022); Archivo General de Simancas (AGS), MPD VI-23.

Il repertorio dei modelli in uso nel corso del Cinquecento va ben oltre le cittadelle pentagonali e i forti tenagliati, come già affermato, in funzione di alcuni parametri di progetto. Tra questi i forti triangolari⁵⁸ (figg.65-67), semplici o complessi, e quelli quadrangolari come Santa Pola (figg.68,69) e Siena (fig. 70), il forte di L'Aquila e i forti del sud Italia, sino a giungere a soluzioni più complesse nelle quali il numero di baluardi è superiore: tra queste le cittadelle esagonali “dalla geometria perfetta” come Casale Monferrato, o irregolari come Grossetto, Milano o Sermoneta (per citarne alcune), sino a città fortificate da una sequenza di nove baluardi disposti secondo regole geometriche precise e simmetria, come Palmanova progettata dalla Serenissima e realizzata in più fasi tra il XVI ed il XIX secolo per contrastare un possibile attacco proveniente dalla costa adriatica.

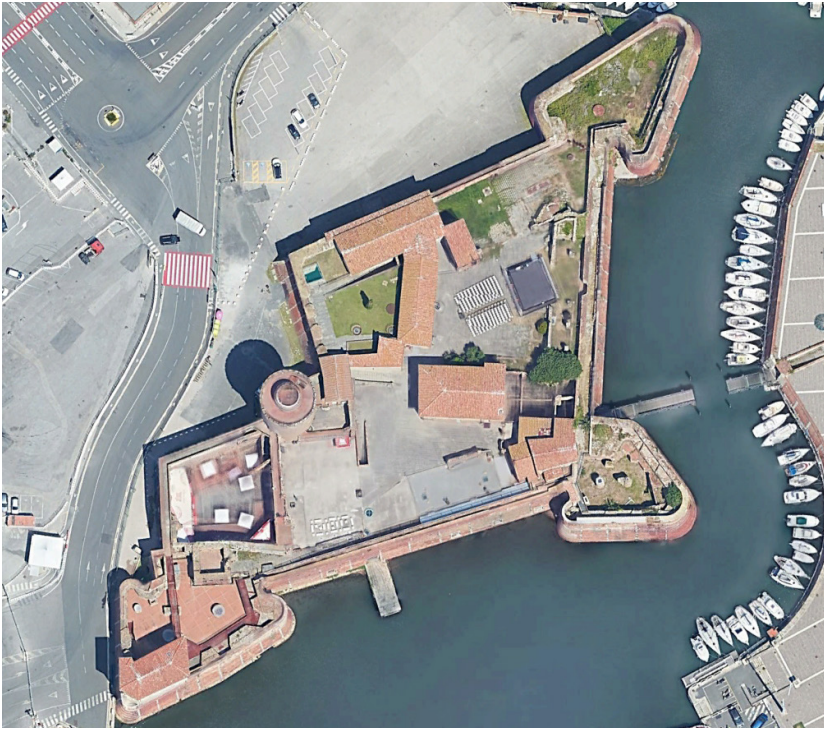


Fig. 65. Fortezza vecchia (Livorno) di Antonio da Sangallo il Vecchio (inizio opere 1519 per volere di Giulio de' Medici). La forma base è un triangolo ossia una fortezza con tre baluardi rivolta verso la città con aggiunta, nel lato lungo della forma base, di due salienti triangolari che connettono e inglobano le due torri preesistenti e la Rocca Nuova, una struttura oggi ancora visibile e riconoscibile e indicata come "Quadratura dei Pisani". I lavori di costruzione del complesso, voluti e finanziati dal Cardinale Giulio de' Medici, iniziarono nel 1519 con l'edificazione del bastione detto "dell'Ampolletta" e delle cortine est e sud; questi proseguirono con la costruzione 313 dei bastioni Canaviglia e Capitana nel 1523 e si conclusero nel 1533. Parallelamente alla costruzione dei bastioni e delle cortine, nel 1520 erano iniziati anche i lavori di scavo del fossato che doveva separare la fortezza dal borgo, e che successivamente sarebbe diventato parte di un sistema unitario rappresentato dal progetto idraulico di Claudio Cogorano del 1606, avviato con lo scavo del fosso Reale e proseguito successivamente con la costruzione del quartiere della "Venezia Nuova" (da Verdiani 2018, p.313).

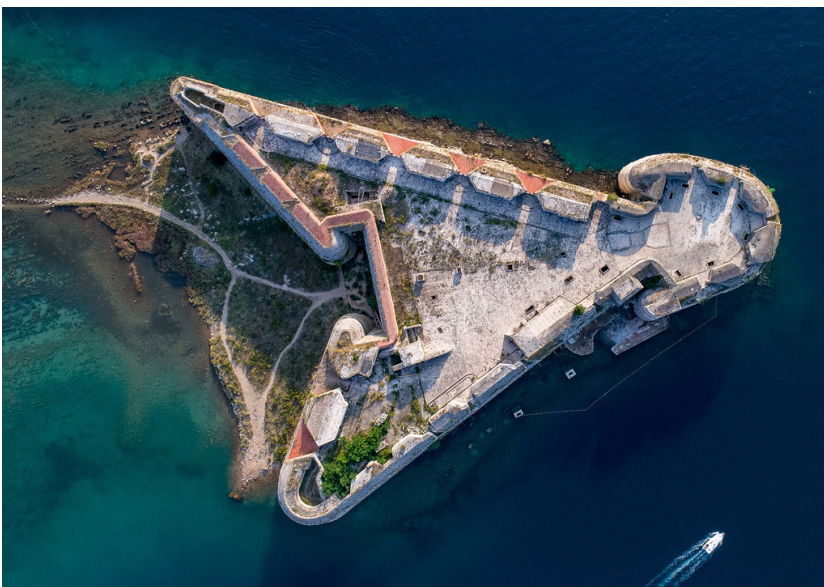


Fig. 66. Fortezza di Sibenik in Croazia (Google Earth, 2024).

Andrea Pirinu



Fig. 67. Fortezza di Sarzanello (Google Earth, 2024).

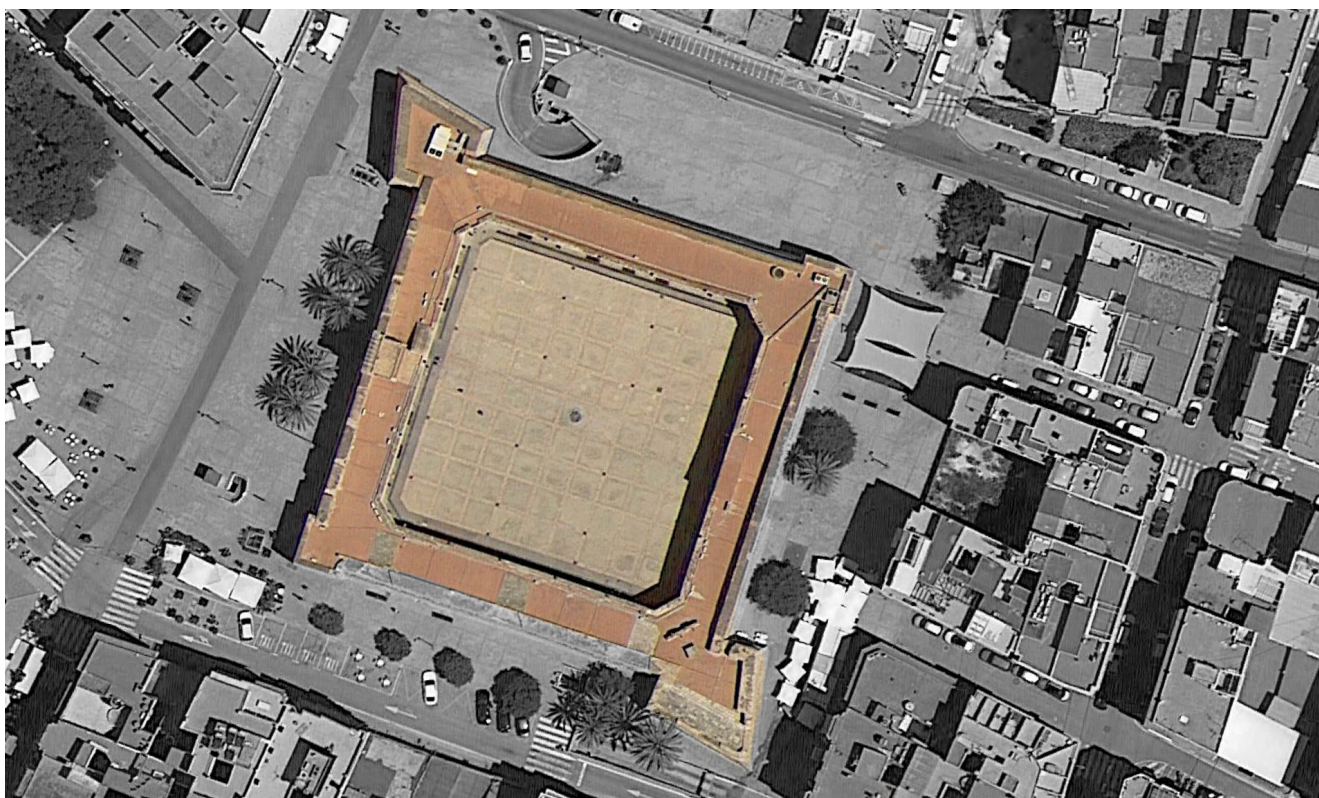


Fig. 68. Forte di Santa Pola in Spagna (Google Earth, 2024).



Fig. 69. Forte di Santa Pola (Spagna, 2025) e forte di Sant'Elmo (Napoli, 2017). Raffronto stilistico costruttivo.

Andrea Pirinu

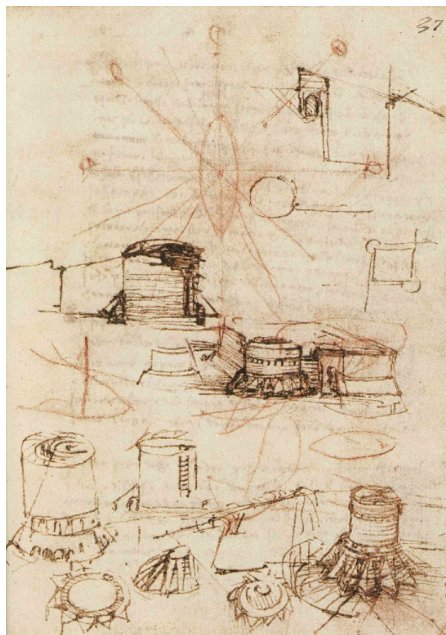


Fig. 71. Leonardo da Vinci, Ms. Madrid II, f. 37r, studi per le fortificazioni di Piombino (1503 ca.). Madrid, Biblioteca Nacional, Ms. 8936 (foto Archivio Pedretti, pubblicato in Buccaro 2018).

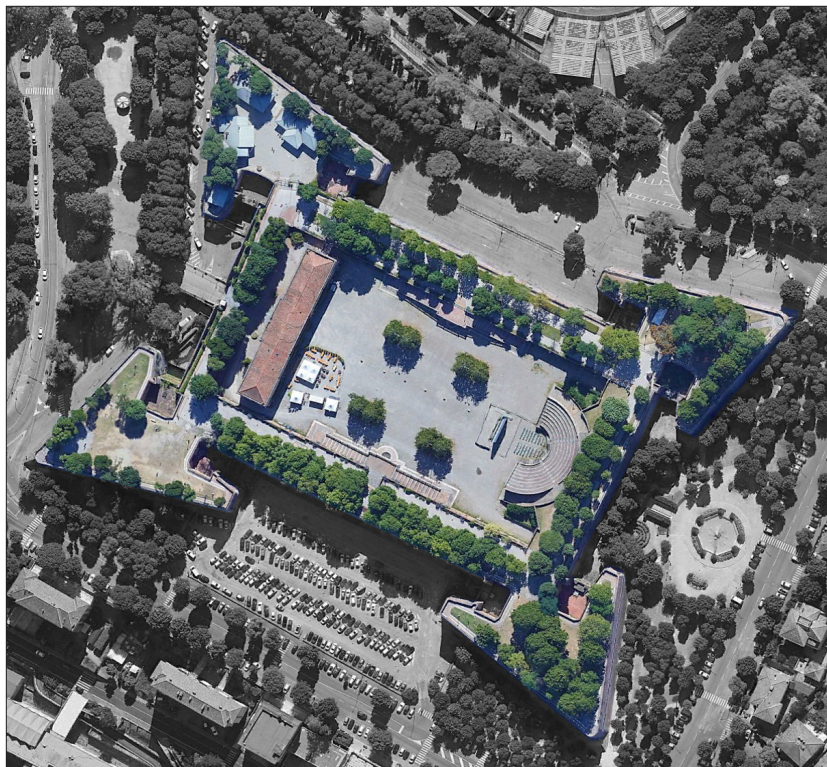


Fig. 70. Cittadella di Siena edificata a partire dal 1561 (Google Earth, 2022).

Il repertorio sviluppato nel corso del Cinquecento è tuttavia ricco di soluzioni condivise, oggetto di confronto tra gli specialisti che, a partire dalla metà del secolo, sono descritte e proposte nei trattati specialistici. I confronti e gli incontri tra gli specialisti sono frequenti; tra questi quelli tra Francesco di Giorgio Martini e Leonardo ben documentati da Alfredo Buccaro⁵⁹, che ha inoltre evidenziato l'influenza di Leonardo sulle fortificazioni del sud Italia e non solo⁶⁰.

L'osservazione di alcune soluzioni proposte da Michelangelo e Baldassarre Peruzzi mostrano un più ampio scambio di idee progettuali, come quella dell'utilizzo di speroni⁶¹ alla base delle opere, caratteristica che accomuna i disegni di Leonardo per Piombino (fig.71), i torrioni del Castel Nuovo di Napoli (fig. 72), le soluzioni per la Porta a Prato e la Porta della Serpe di Michelangelo a Firenze, la fortezza di Roccasinibalda di Baldassarre Peruzzi, Rocca di castro I e II del Sangallo, la cinta bastionata di Siena (fig.73) e realizzazioni più tarde come la cittadella di Ajaccio (fig.74) e il forte di Porto (fig.75), ma anche il forte di Sant'Elmo a Malta.



Fig. 72. Castel Nuovo a Napoli (2017).

Andrea Pirinu



Fig. 73. Cittadella di Siena (2023). Sperone alla base del bastione progettato da Baldassarre Lanci (architetto militare allievo di Girolamo Genga).



Fig. 74. Cittadella di Ajaccio (Corsica). Dettaglio del rinforzo alla base del bastione (2023). La cittadella di Ajaccio, assieme a quella di San Fiorenzo è attualmente oggetto di uno studio storico architettonico affidato dal DRAC de Corse al DiCAAR dell'Università di Cagliari (responsabile scientifico prof. Andrea Pirinu).



Fig. 75. Forte di Sao Joao Baptista a Porto (Portogallo). Dettaglio del rinforzo alla base (2019).

Tra gli specialisti responsabili di queste architetture di prim'ordine che combinano i modelli rigorosi proposti nei trattati citiamo, nel panorama della seconda metà del XVI secolo, Giovan battista Calvi, Jacopo Paleari Fratino e Tiburzio Spannocchi, esperti di fiducia e sovrintendenti alle fortezze del regno di Filippo II, re di Spagna.

Il processo di rinnovamento difensivo e affinamento della tecnica progettuale raggiunge l'apice in Italia alla fine del XVI secolo con la creazione di due fortezze di notevole significato edilizio, politico e simbolico: la cittadella esagonale di Casale Monferrato e la cittadella ennagonale di Palmanova⁶², quest'ultima creata dalla Repubblica di Venezia per contrastare un possibile attacco da parte di Austriaci e Turchi⁶³.

Si realizza così la sintesi tra la scienza militare ed il simbolismo, rappresentato dalla città rinascimentale ideale radiocentrica e, come osserva Giuliana Finizio⁶⁴, la fortificazione perfetta sostituisce la città ideale.



Fig. 76. Palmanova (Google Earth, 2023).

1.1 - Il catalogo delle forme

Scrive Tartaglia nell'opera "Quesiti et inventioni diverse", edita a Venezia nel 1546:

«Io dico che fortificare una città vi occorre la materia e la forma, che lo ingegno dell'huomo se approva per la forma delle sue mura, e non per la grossezza di quelle».

Le forme e le soluzioni stilistico architettoniche impiegate dagli specialisti nel corso del Cinquecento definiscono un interessante catalogo di grande interesse progettuale e qualità architettonica e paesaggistica. Attraverso la selezione di una serie di opere è possibile rappresentare l'esistenza di forme e modelli di riferimento ideati da alcune figure professionali di prim'ordine, o proposti a partire dalle indicazioni della trattatistica militare dell'epoca. La forma è l'elemento di maggior importanza nella progettazione della fortificazione "alla moderna", come precisa Nicolò Tartaglia.

Il repertorio delle forme base a partire dalle quali gli specialisti elaborano i progetti è costituito da forme semplici come il triangolo, il quadrato e il pentagono, o da figure che derivano dalla manipolazione di queste; in alternativa, prendono avvio da forme antropomorfe che si adattano plasticamente ai luoghi. Si tratta di soluzioni, descritte nei trattati o conosciute dagli ingegneri militari durante le loro "cavalcate" su e giù per l'Europa, che possono essere catalogate e messe a confronto.

L'analisi di queste opere si compie attraverso lo studio di fonti documentarie come disegni d'archivio e relazioni e con il rilievo delle opere esistenti eseguito alle diverse scale di lettura.

I disegni d'archivio costituiscono la fonte più importante per lo studio della soluzione formale originaria; questa affermazione è di fondamentale importanza, in quanto la trasposizione del disegno di progetto sul terreno può determinare una modifica minore o sostanziale della forma in ragione di scelte condizionate dal sito e, quindi, una difformità tra soluzione ideale e soluzione "cantierabile", come si osserva esaminando i due disegni di progetto elaborati dall'ingegnere cremonese Rocco Capellino per la fortificazione della città di Alghero in Sardegna (Pirinu 2013, p. 143). Se dunque l'obiettivo dell'analisi è lo studio delle matrici grafico progettuali, allora il documento d'archivio che rappresenta il progetto diviene la fonte di riferimento, a maggior ragione se il disegno di progetto è sovrapposto al rilievo della cinta muraria esistente o se l'elaborato presenta alcuni elementi del contesto ambientale riconoscibili, come nel caso del forte di

San Giuliano ad Alghero. A sua volta il rilievo delle opere esistenti offrirà informazioni relative alla capacità da parte dei tecnici militari di realizzare un'opera in conformità con il progetto. Anche qui sono necessarie alcune precisazioni e avvertimenti. Questo raffronto tra disegno di progetto e rilievo delle opere esistenti non può prescindere dalla differente precisione tra gli strumenti di rilievo e disegno dell'architettura e del territorio dell'epoca e quelli attuali; tuttavia, alcuni casi virtuosi dimostrano le elevate professionalità degli esperti militari nell'eseguire una precisa documentazione del sito ed un altrettanto preciso tracciamento conforme al progetto, come si osserva a Perpignan, Peñíscola (fig.77) e Bernia.



Fig. 77. Fortificazioni di Peñíscola (Spagna). Raffronto tra rilievo laser scanner e rielaborazione grafica del documento d'archivio (AGS, MPD, 09, 057).

I risultati dell'indagine contribuiranno alla costruzione di una tavola sinottica finalizzata ad un raffronto tra le opere indicate nei trattati, progettate e realizzate. L'intento della costruzione dell'abaco è fondamentalmente quello di mostrare similitudini tra le diverse realizzazioni e attinenza di queste ai modelli proposti nella trattatistica, anche al fine di individuare "la firma" (e quindi la "scuola") del progettista, anche quando questa non sia espressamente documentata. Con questo obbiettivo è stato composto un catalogo delle forme che ha inizio con la tavola A (fig.78), rappresentativa dei principali modelli di riferimento per il tracciamento delle cittadelle pentagonali regolari e alla quale fa seguito la tavola B (fig.79), che mostra le forti similitudini tra le opere realizzate ad Anversa, Pamplona, Jaca e Parma (figg. 80-82) e la cittadella di Torino progettata da Francesco Paciotto.

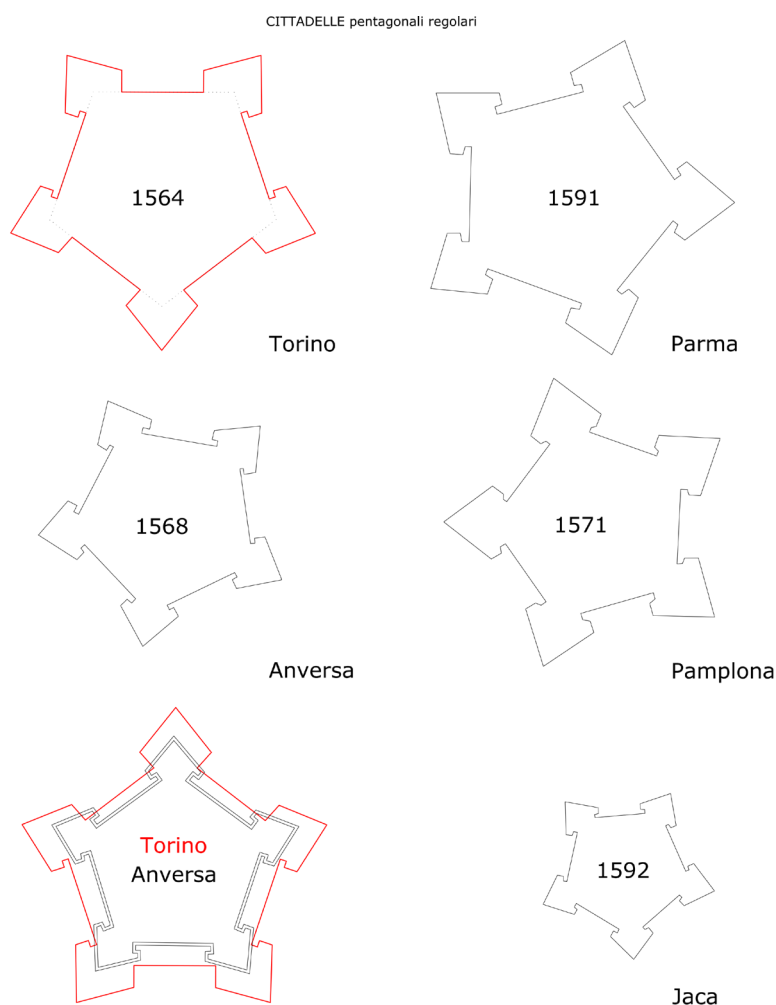


Fig. 78. Principali modelli di riferimento per il disegno delle cittadelle pentagonali realizzate in Europa nella seconda metà del Cinquecento⁶⁵.

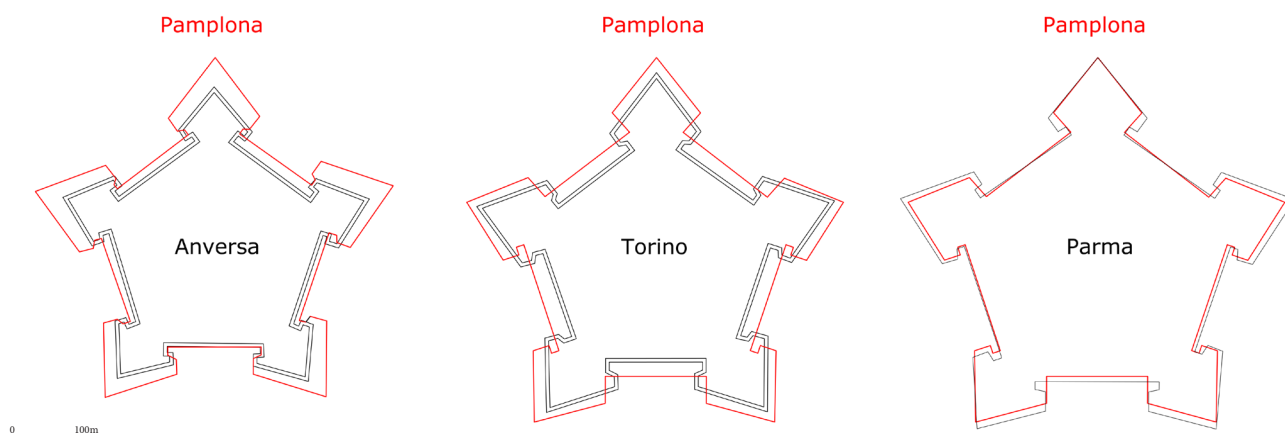


Fig. 79. Evidente similitudine tra i modelli di Torino, Anversa e Pamplona (quindi tra Francesco Paciotto e Jacopo Paleari) e Parma⁶⁶, quest'ultima realizzata su modello di Anversa, indicazione di Alessandro Farnese e dimensioni (e forma) conformi a Pamplona.



Fig. 80. La cittadella di Pamplona in Spagna (2010).



Fig. 81. La cittadella di Parma (2014).

Andrea Pirinu



Fig. 82. La cittadella di Jaca in Spagna (2010).

In questi casi le tavole nascono a seguito dell'acquisizione della forma a partire da fonti eterogenee: disegno di progetto originario (scala metrica con le unità di misura dell'epoca) e foto aerea attuale acquisita da Google Earth. Affinità analoghe si riscontrano nelle cittadelle non regolari (figg.83-86) e nel raffrontare la fortezza da Basso, progettata da Antonio da Sangallo (assieme a Pierfrancesco da Viterbo) e le opere di Giovan Battista Calvi (allievo del Sangallo) per Piacenza e Rosas (figg.87-88) in Spagna (quest'ultimo caso condizionato dalle preesistenze). Più distante, ma affine, è il progetto di Rocco Capellino per Alghero (fig.89), che presenta una deformazione della forma complessiva influenzata dalla conformazione del sito ma, al contempo, un'interessante analogia nelle dimensioni dei baluardi e delle cortine. Un'applicazione dell'esagono regolare è difficile da trovare; la cittadella di Casale (fig.90) è un esempio quasi unico che ritroviamo proposto nella trattatistica militare e applicato, con una deformazione della sagoma regolare, in numerosi luoghi. Tra quelli di maggior interesse si segnala la cittadella di Perpignan (figg.91-92), progettata da Giovan Giorgio Settala nel 1571. Si tratta di un esagono perfettamente simmetrico e schiacciato che "contiene" il palazzo del re di Maiorca e si innesta ai margini delle mura urbane. È evidente la forte affinità con l'opera progettata da Tiburzio Spannocchi a Tunisi nel 1573 (figg.93-94). Più vicina alla forma regolare è la cittadella di Grossetto (fig. 95) ideata da Baldassarre Lanci nel 1565, mentre la linea murata di Sabbioneta (figg. 96-98), seppur ricompresa all'interno di un esagono e fortemente simmetrica, si allontana dalla forma regolare perché condizionata da preesistenze di matrice medievale, peraltro riutilizzate nel progetto "moderno". Un ulteriore esempio significativo si riscontra nelle soluzioni proposte e adottate per racchiudere il castello sforzesco all'interno di un recinto esagonale. Il disegno porta la firma dei fratelli Paleari, presenti a Milano dalla fine degli anni '50. L'osservazione del documento d'archivio e la sua analisi grafica (fig. 99) evidenziano chiaramente l'impiego di un esagono quale matrice progettuale adattata alle preesistenze. Oltre all'impiego del pentagono e dell'esagono, il catalogo delle forme ricomprende tutte le realizzazioni, spesso di dimensioni minori rispetto a quelle mostrate sinora, che utilizzano il triangolo (figg.100-107) ed il quadrato (fig.108) o una manipolazione della stella (fig.109), della quale abbiamo già diffusamente trattato.

Andrea Pirinu

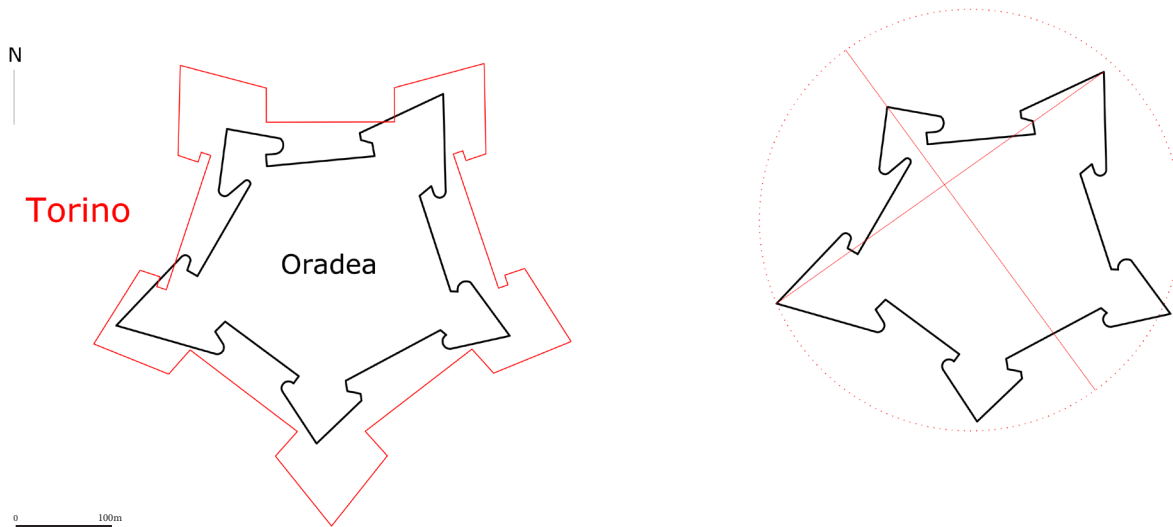


Fig. 83. L'opera degli ingegneri italiani interessa anche l'Europa orientale come osserviamo in Romania, ad Oradea. Il modello regolare del Paciotto viene adattato al sito mantenendo una simmetria del fronte nord ovest (rielaborazione del disegno pubblicato in Viganò 1999).

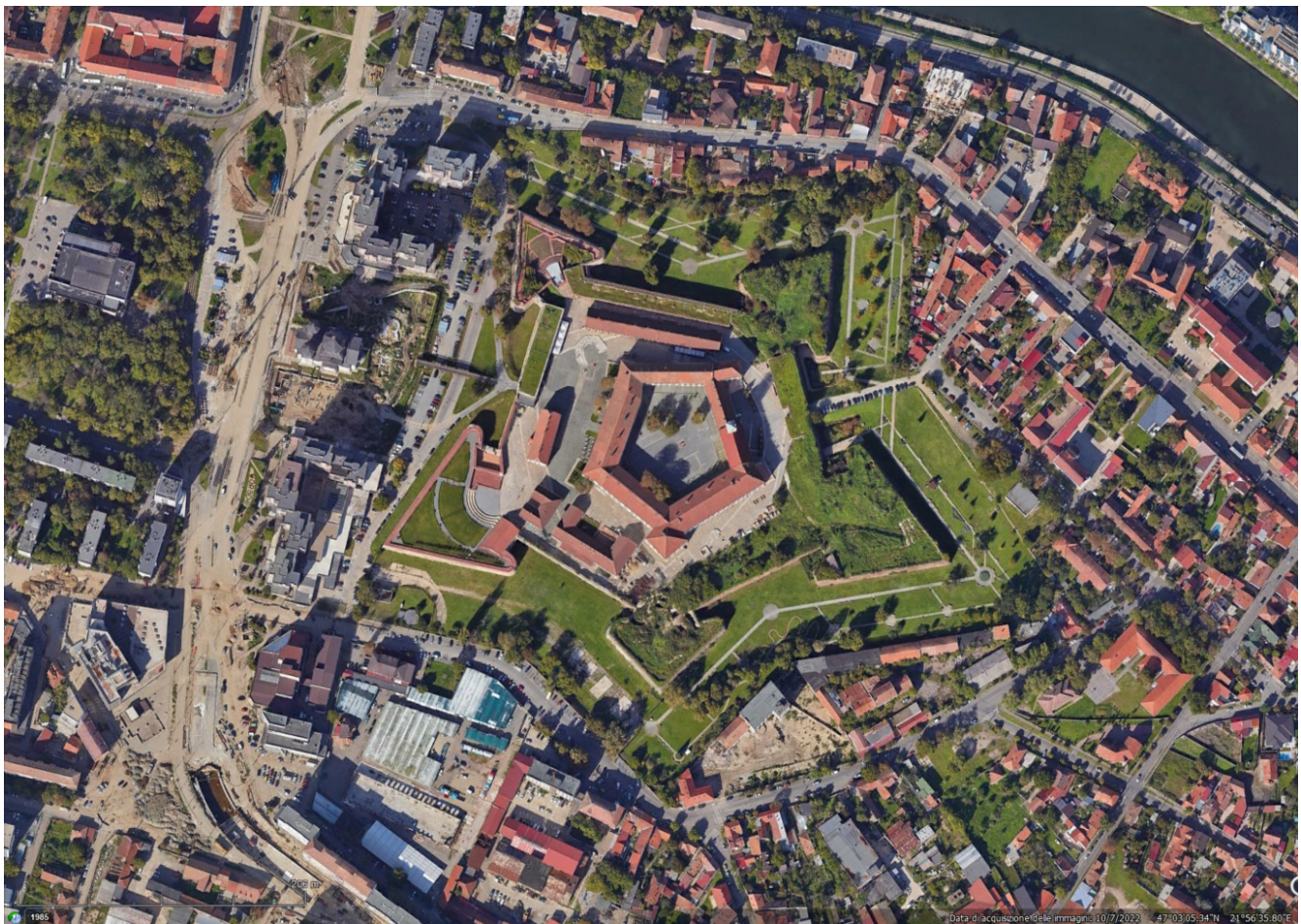


Fig. 84. La cittadella di Oradea (Romania) conservata nella sua consistenza e nella forma. Si osserva, rispetto al disegno di progetto mostrato nella figura precedente, una modifica della sagoma dei baluardi nord est e sud est. In sostanza, in fase di realizzazione, sono state invertite le dimensioni di questi due elementi rispetto al progetto iniziale (Google Earth, 2022).

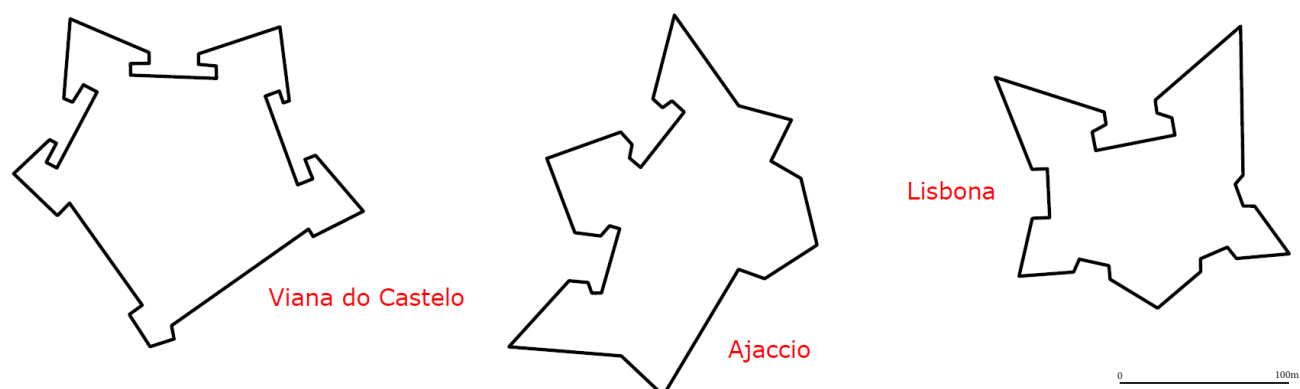


Fig. 85. Cittadelle e forti irregolari posizionati lungo la linea di costa.



Fig. 86. Viana do Castelo e Ajaccio (Google Earth, 2023).

Andrea Pirinu

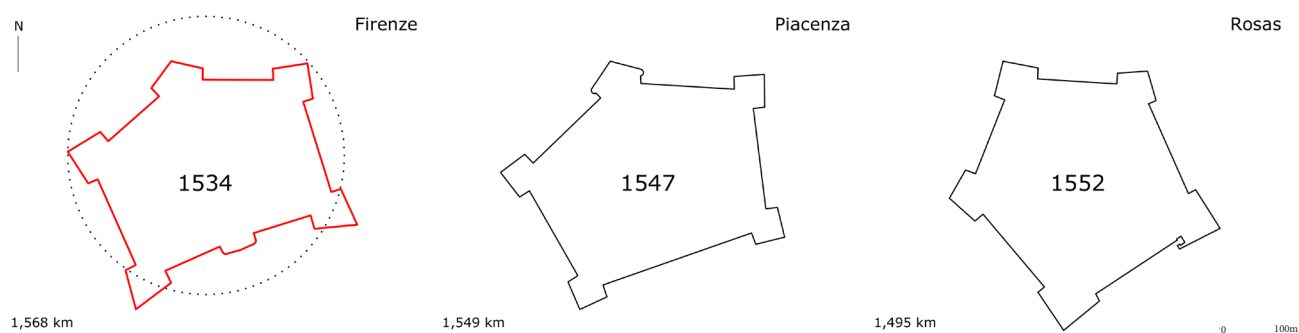


Fig. 87. Il modello proposto da Antonio da Sangallo a Firenze viene replicato, con adattamenti, nei siti di Piacenza e Rosas da Giovan Battista Calvi, suo allievo. Come si osserva, la lunghezza del circuito esterno è pressoché uguale nei tre casi.

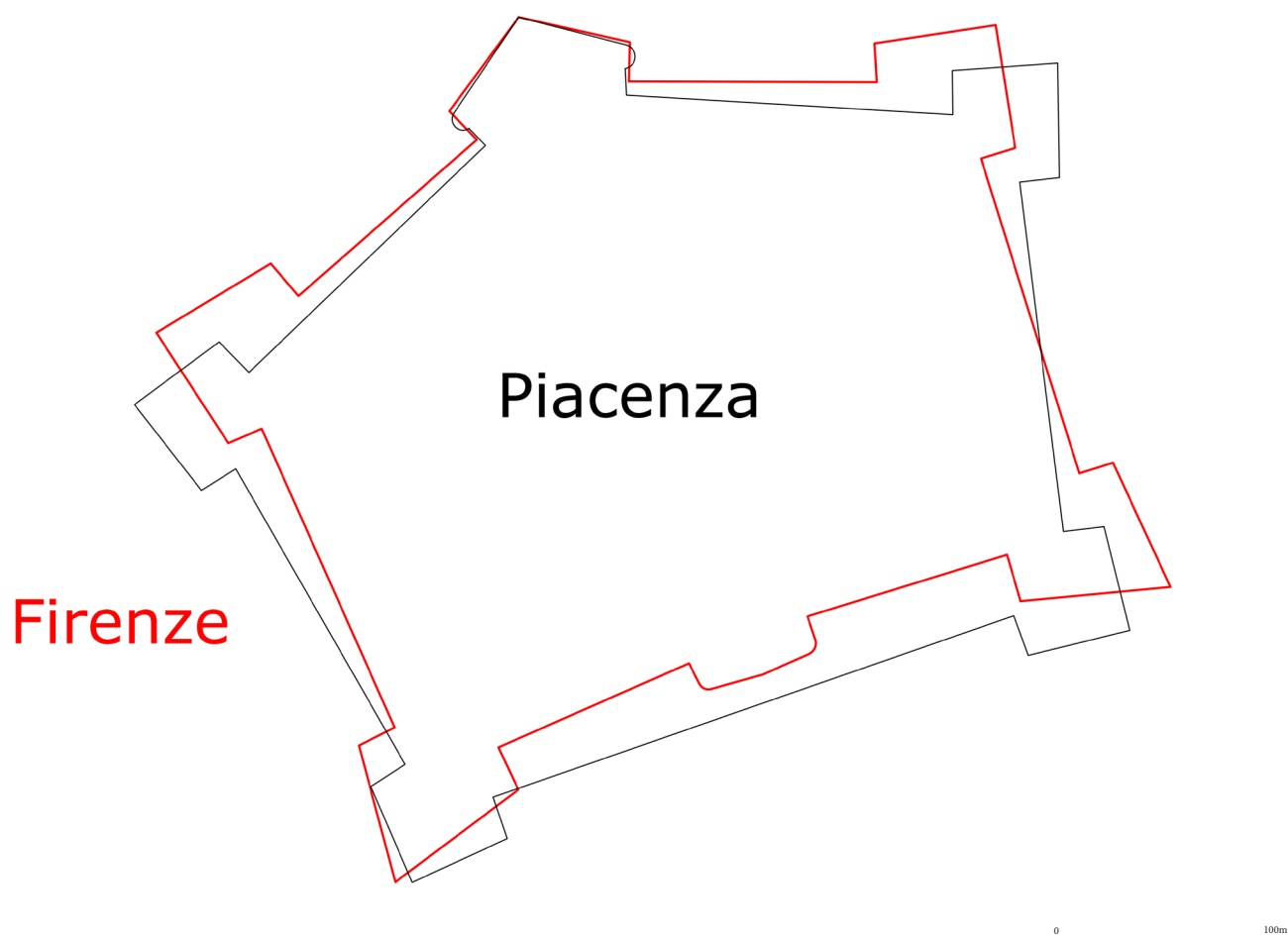
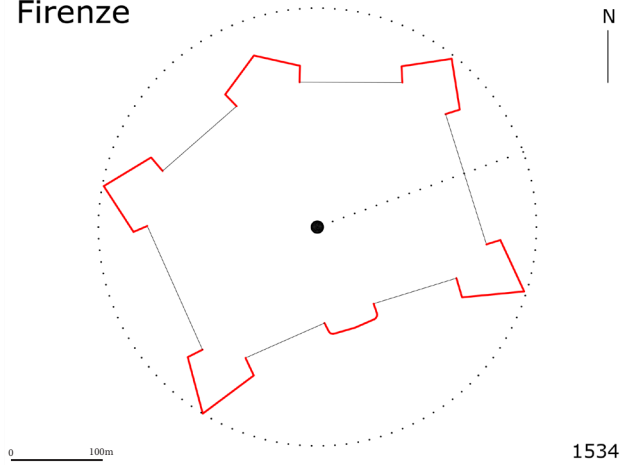


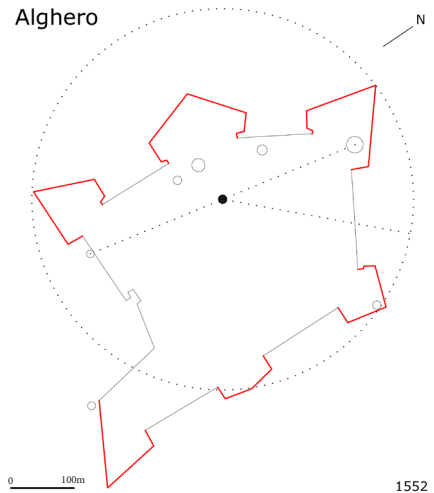
Fig. 88. Raffronto tra la fortezza da Basso (Firenze) e la cittadella di Piacenza.

Firenze



Antonio da Sangallo, Pierfrancesco da Viterbo, Nanni Unghero

Alghero



Rocco Capellino

Fig. 89. Fortezza da Basso e piazzaforte di Alghero. Il raffronto tra le due esperienze progettuali evidenzia la capacità professionale di Rocco Capellino.



Fig. 90. Cittadella esagonale di Casale Monferrato progettata da Germanico Savorgnan (1554-1597). Documento pubblicato in Marotta 1990.

Andrea Pirinu



Fig. 91. Cittadella di Perpignan in Francia (Google Earth, 2023).

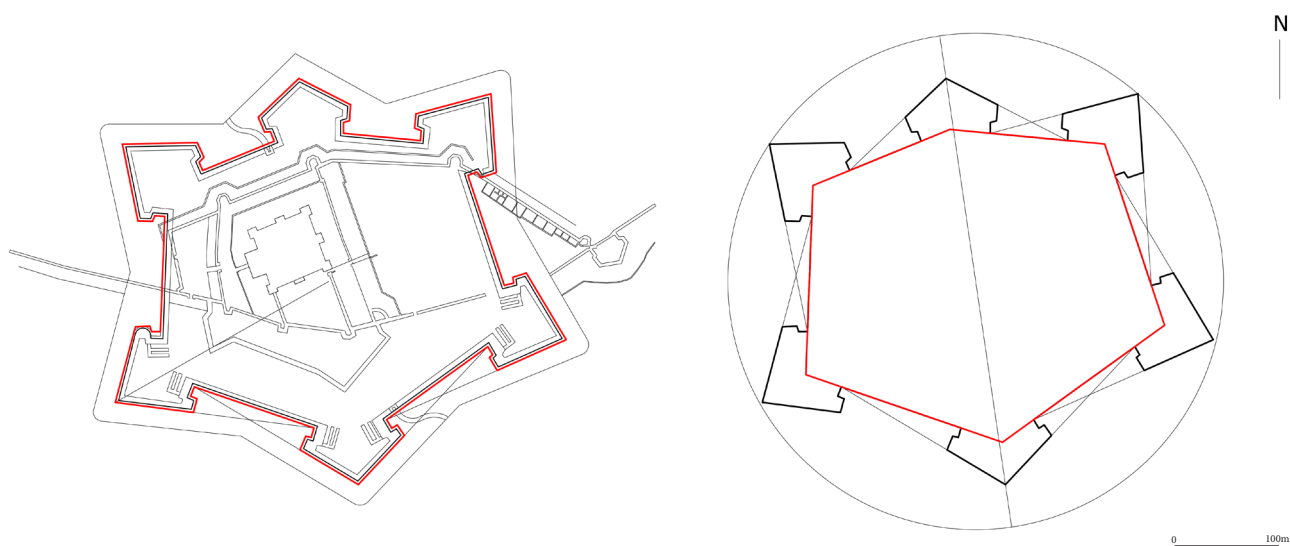


Fig. 92. Forma e geometria della cittadella di Perpignan⁶⁷ in Francia. Rielaborazione grafica del documento d'archivio (AGS, MPD, 08,10).

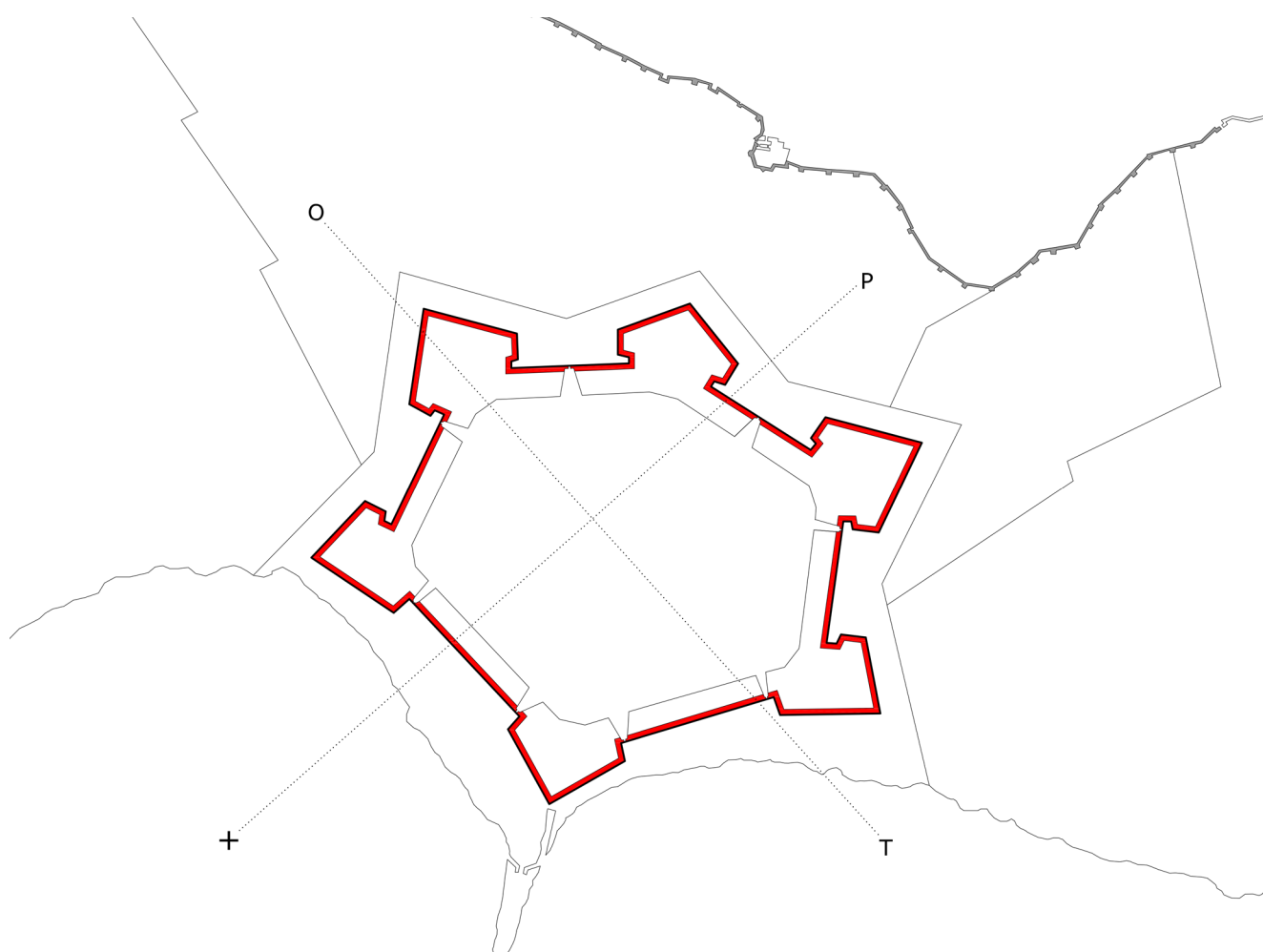


Fig. 93. Cittadella di Tunisi disegnata da Gabrio Serbelloni (1573) e rappresentata da Braun e Hogenberg nell'incisione che racconta la conquista del presidio della Goletta avvenuta nel 1574 da parte dei Turchi.

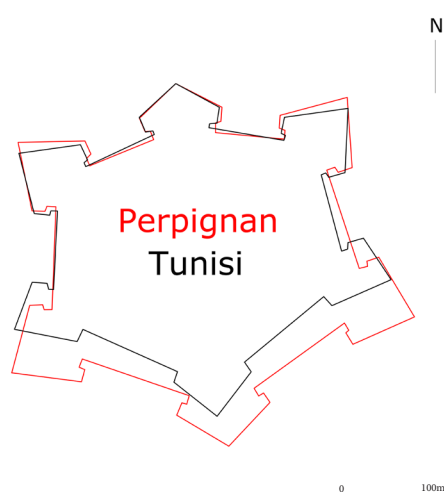


Fig. 94. Raffronto tra le due cittadelle esagonali di Perpignan e Tunisi.

Andrea Pirinu

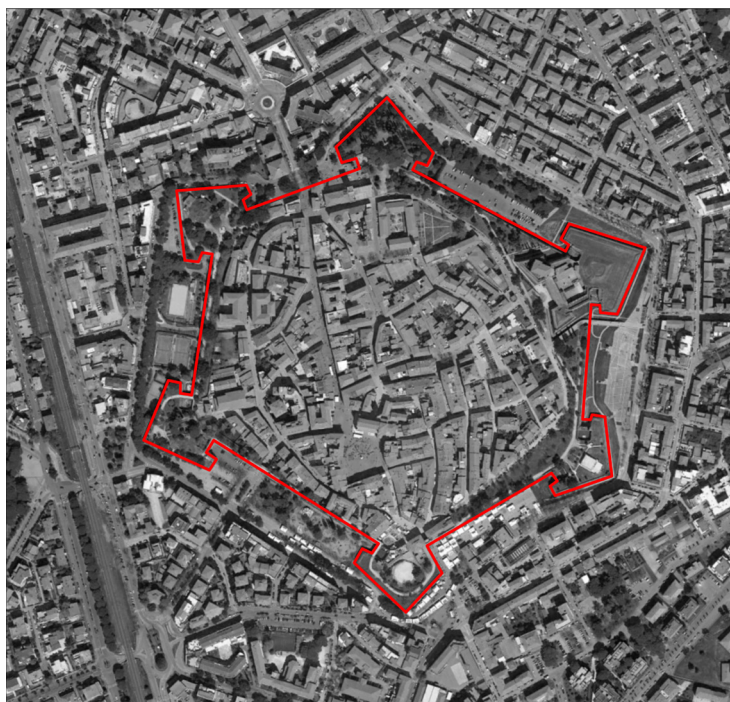


Fig. 95. Le mura di Grosseto individuate su base aerea (Google Earth, 2022) e ridisegno della forma.

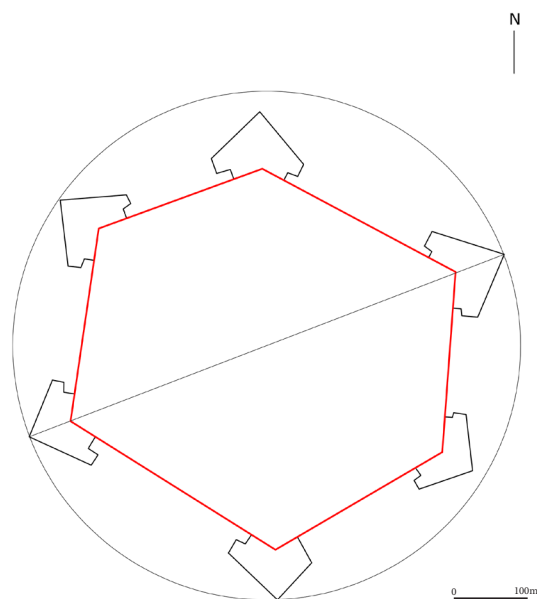


Fig. 96. Le mura di Sabbioneta⁹⁸ individuate su base aerea (Google Earth, 2022) e ridisegno della forma.

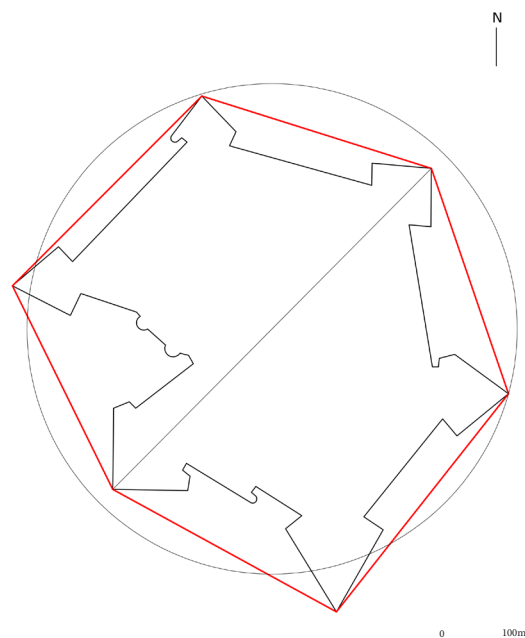




Fig. 97. Cortina (ripiegata) di Santa Chiara a Cagliari (RAS 2010).

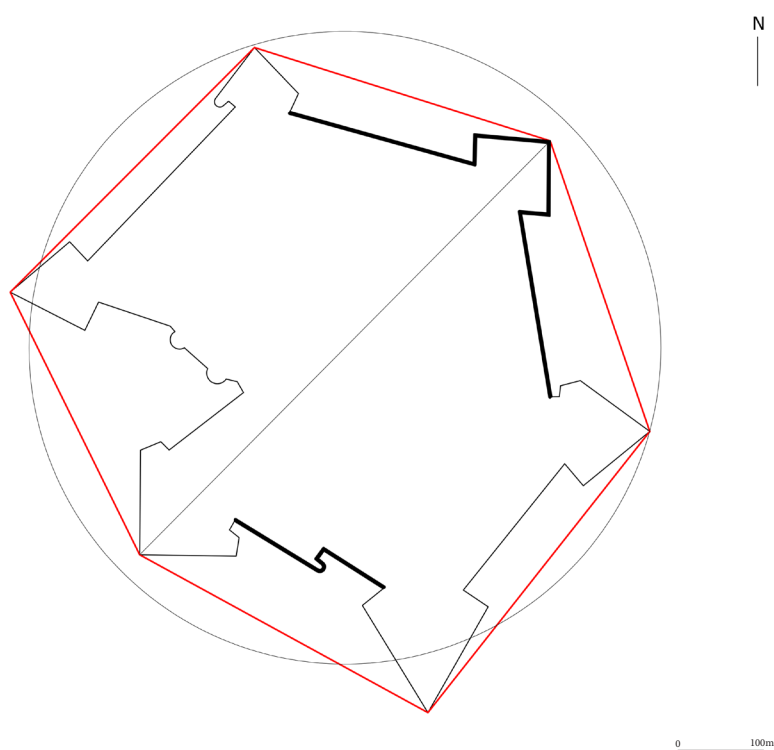


Fig. 98. Cinta fortificata di Sabbioneta (MN). La soluzione per Sabbioneta, voluta da Vespasiano Gonzaga, mostra una simmetria nel settore nord est ed un adattamento alle preesistenze nel settore sud ovest. In questo settore si riconoscono chiaramente le due torri circolari di matrice medievale e l'impiego della cortina "ripiegata" che ritroviamo a Cagliari e in altri cantieri dell'epoca.

Andrea Pirinu

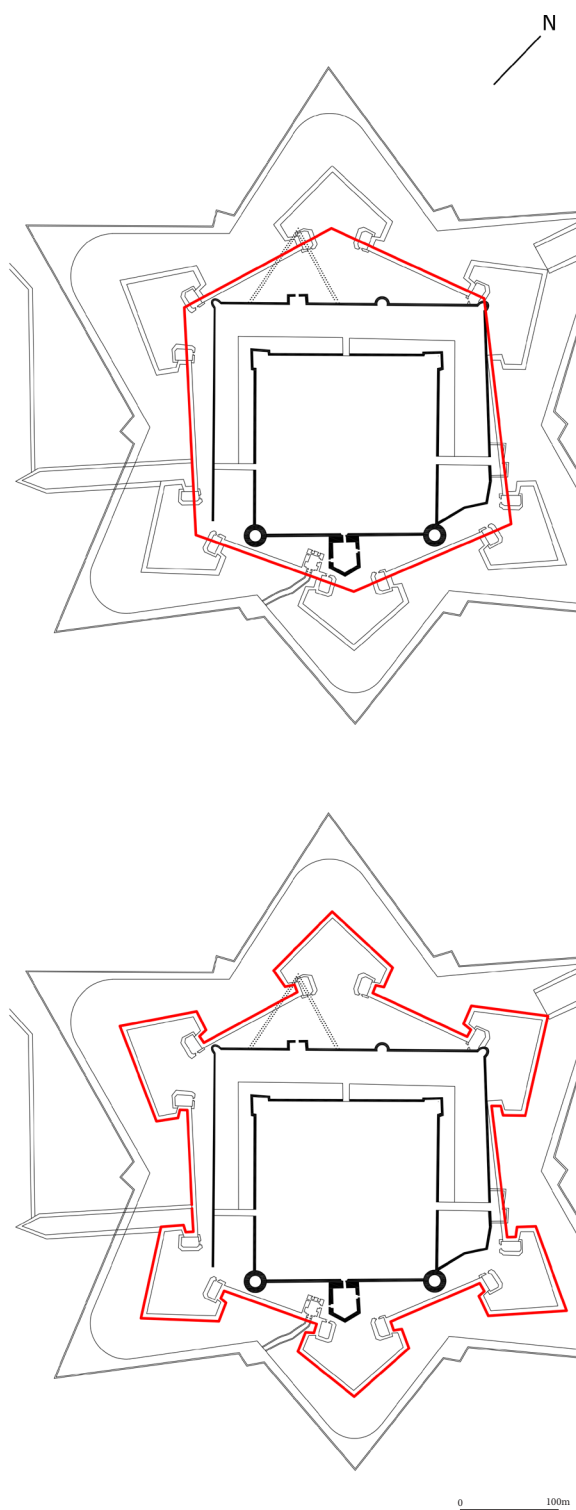


Fig. 99. Cittadella esagonale di Milano. Rielaborazione grafica del disegno del Capitan fratin (documento originale custodito in AGS, MPD, 08, 028).

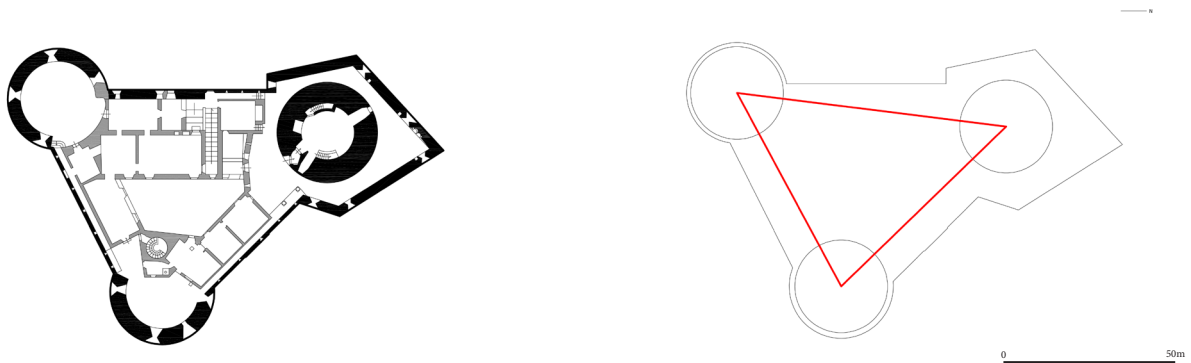


Fig. 100. Castello di Ostia. Rielaborazione grafica del piano degli spalti prima dei restauri degli anni 1938-43 pubblicato in Pannuzzi 2009 (SBAO, Archivio Disegni inv. 1302, dis. I. Gismondi, G. Pascolini).

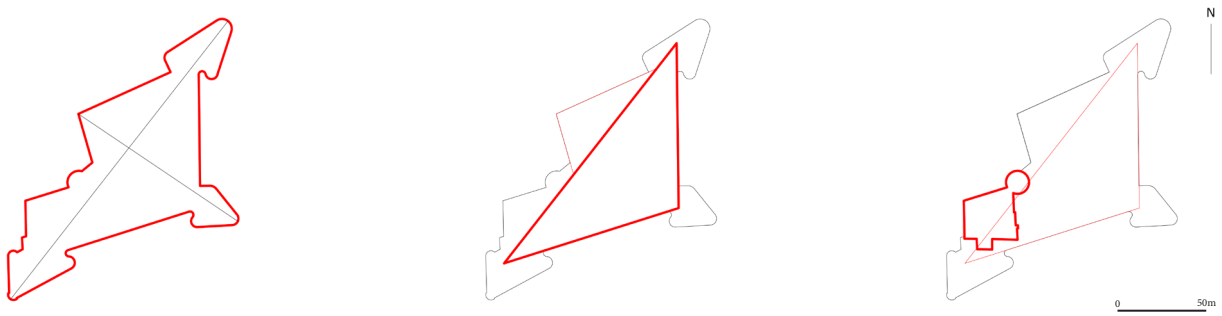


Fig. 101. Fortezza vecchia (Livorno). Analisi grafica su base aerea (Google Earth, 2021).

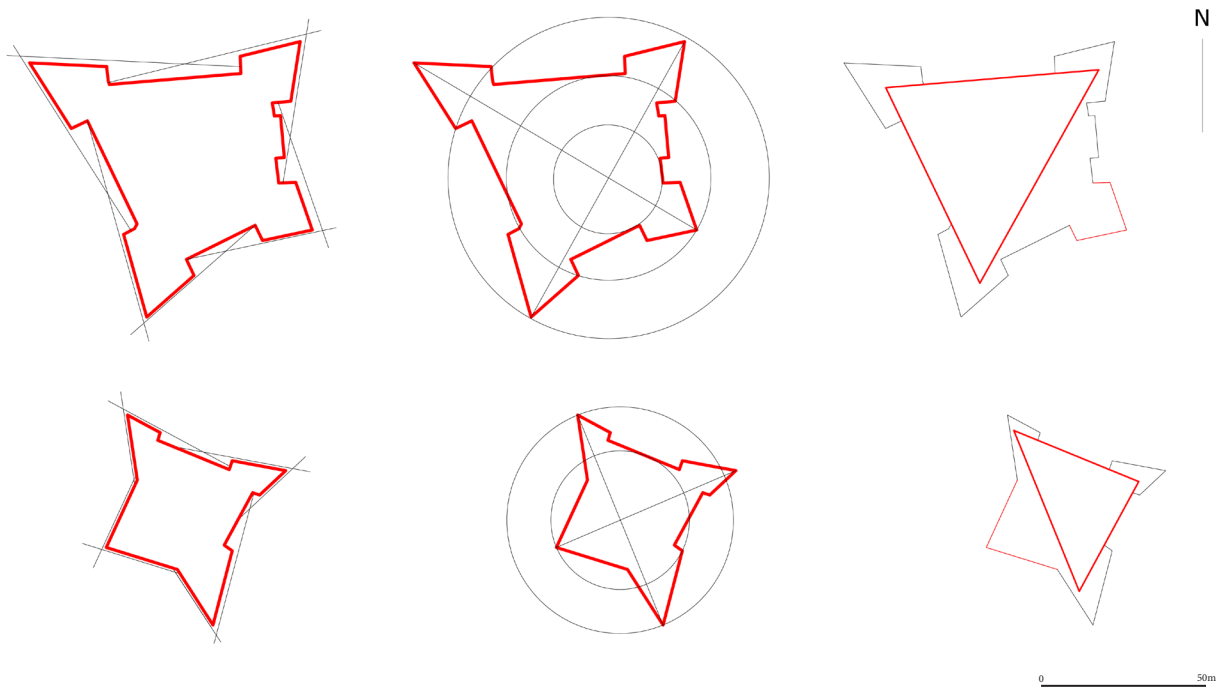


Fig. 102. Fortezze "triangolari". Il castello di Parabita (sopra) e il castello di Mola di Bari (sotto). Il castello di Parabita ha una forma base triangolare simile a quello di Mola di Bari (che ricorda la fortezza vecchia di Livorno). La differenza tra i due è l'inserimento di un baluardo in luogo di un saliente.

Andrea Pirinu

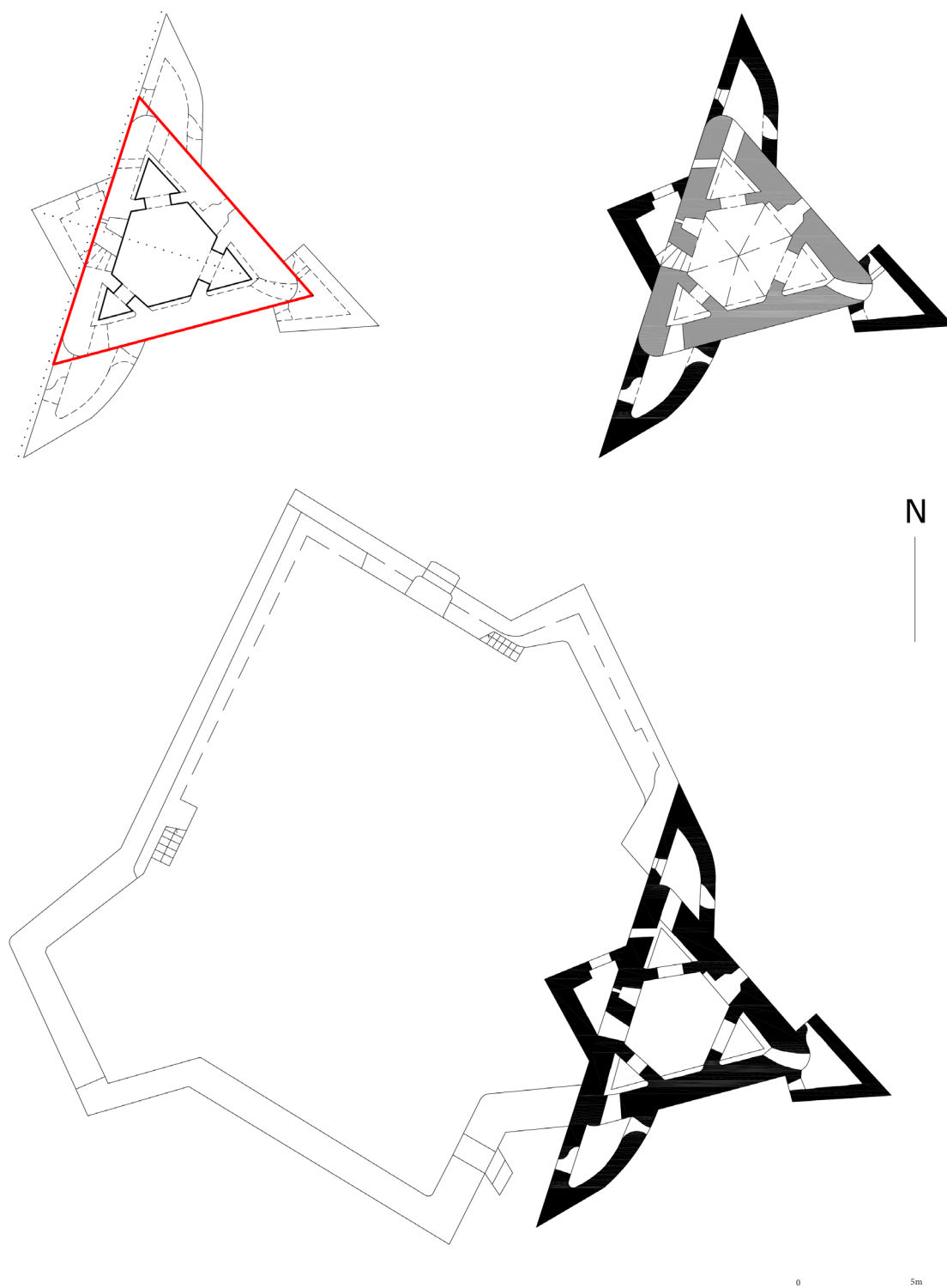


Fig. 103. La Fortezza vecchia (Villasimius, Cagliari, Sardegna). La struttura attuale è data dalla sovrapposizione di più restauri ed ampliamenti al primo edificio cinquecentesco, a pianta presumibilmente triangolare equilatera, con i lati intorno agli 11 metri, spessore murario sui 1,20 metri, e altezza di circa 10 metri, protetto alla base da un rivellino. Su disegno dell'ingegner Gaetano Quaglia, nel 1790 il mastio triangolare venne trasformato in un piccolo complesso con quattro lobi a spigolo vivo, innestando dei micro-bastioni ai vertici del triangolo. Rielaborazione grafica del documento d'archivio custodito presso la Soprintendenza Archeologia, Belle arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna di Cagliari e Oristano.

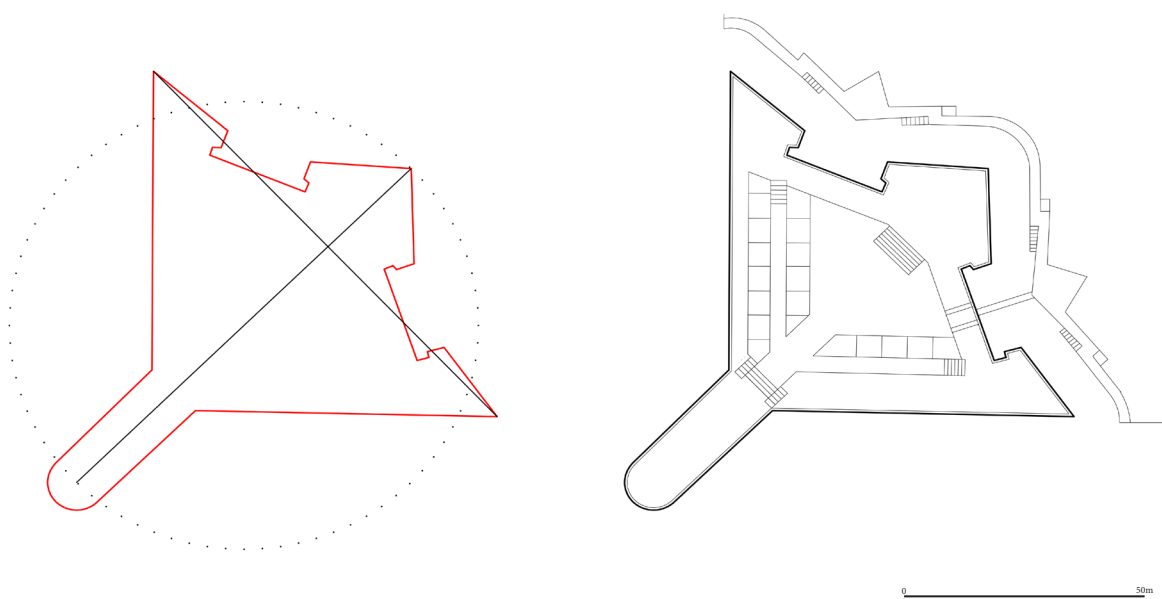


Fig. 104. Analisi grafica dei due forti che l'ingegnere Bautista Antonelli avrebbe dovuto costruire, su disegno di Tiburzio Spannocchi (1581), per il controllo dello stretto di Magellano in Cile. Rielaborazione grafica del documento pubblicato in Viganò 1994.

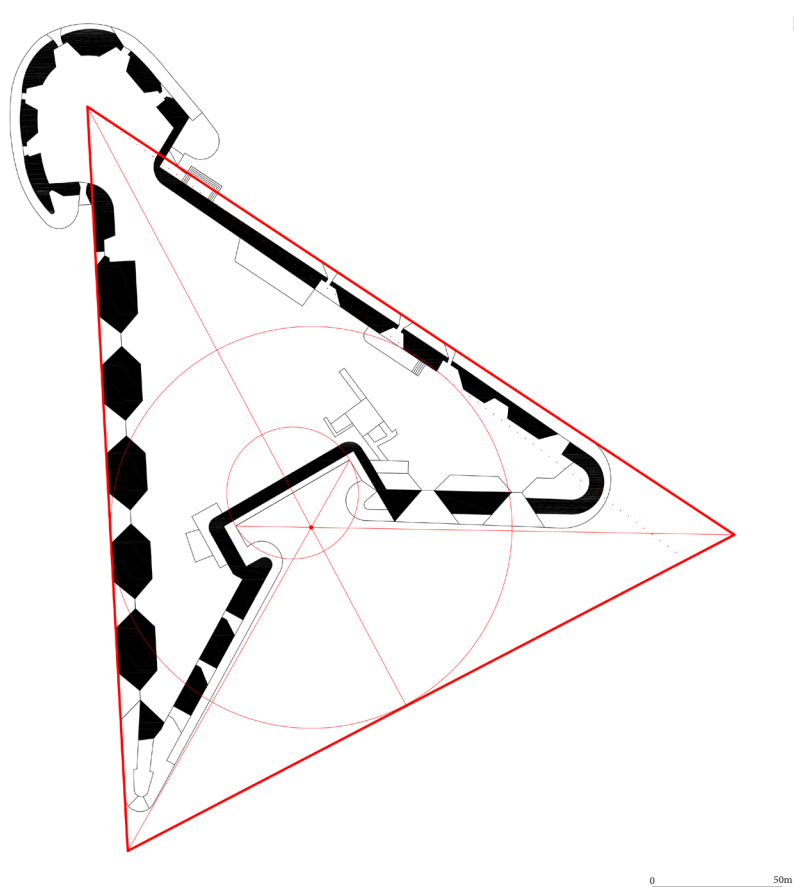


Fig. 105. Sybenik (Croazia). Fortezza triangolare. Rielaborazione fotografica su base aerea.

Andrea Pirinu

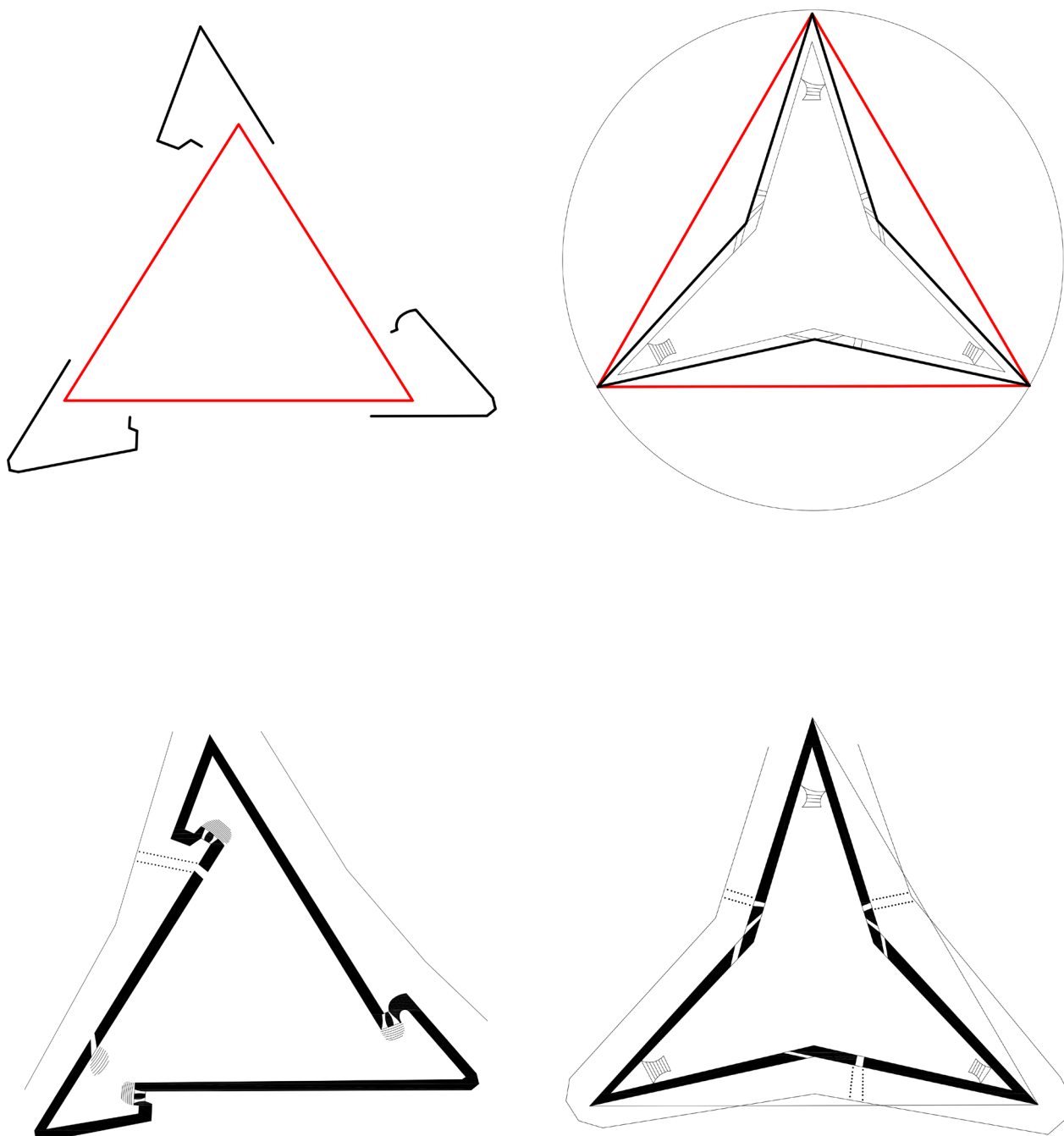


Fig. 106. Rielaborazione grafica dei modelli proposti nel trattato di G.Maggi e Iacomo Fusto Castriotto (libro III, cap. XXII, Iacomo Castriotto). Nel primo caso il triangolo di partenza viene integrato da tre semi baluardi posizionati nei vertici e nel secondo caso i tre lati del triangolo sono oggetto di un ripiegamento funzionale al tiro incrociato delle artiglierie.

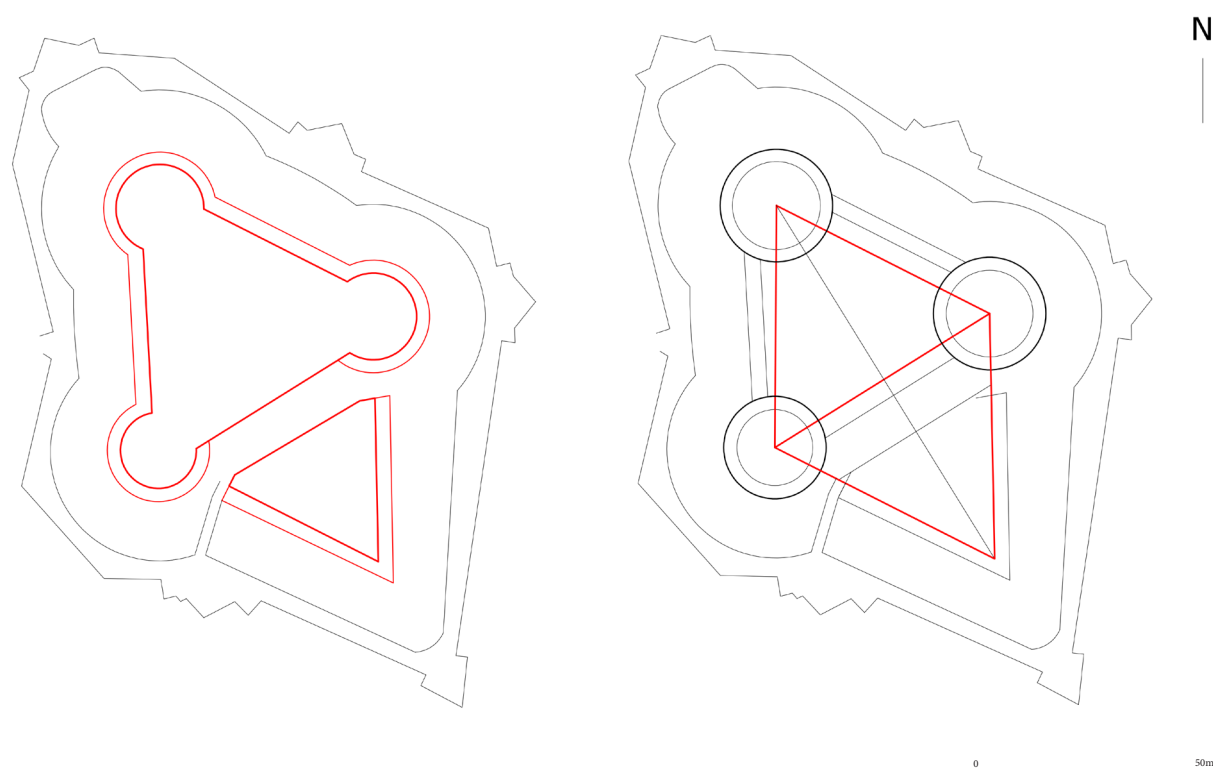


Fig. 107. Forte di Sarzanello. Si evidenzia l'impiego della forma triangolare su schema simmetrico (rielaborazione su base Google Earth).

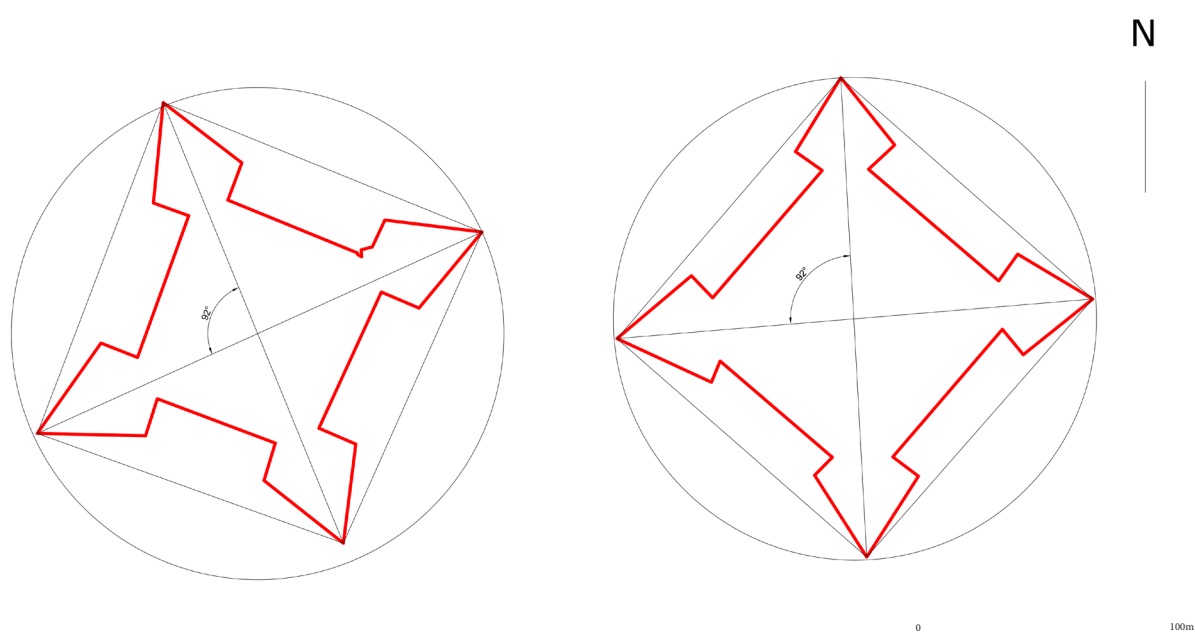


Fig. 108. Forte analogia formale tra il castello di Barletta (1537) progettato da Evangelista Menga e il forte dell'Aquila (1535) opera di Pedro Luis Escrivà.

Andrea Pirinu

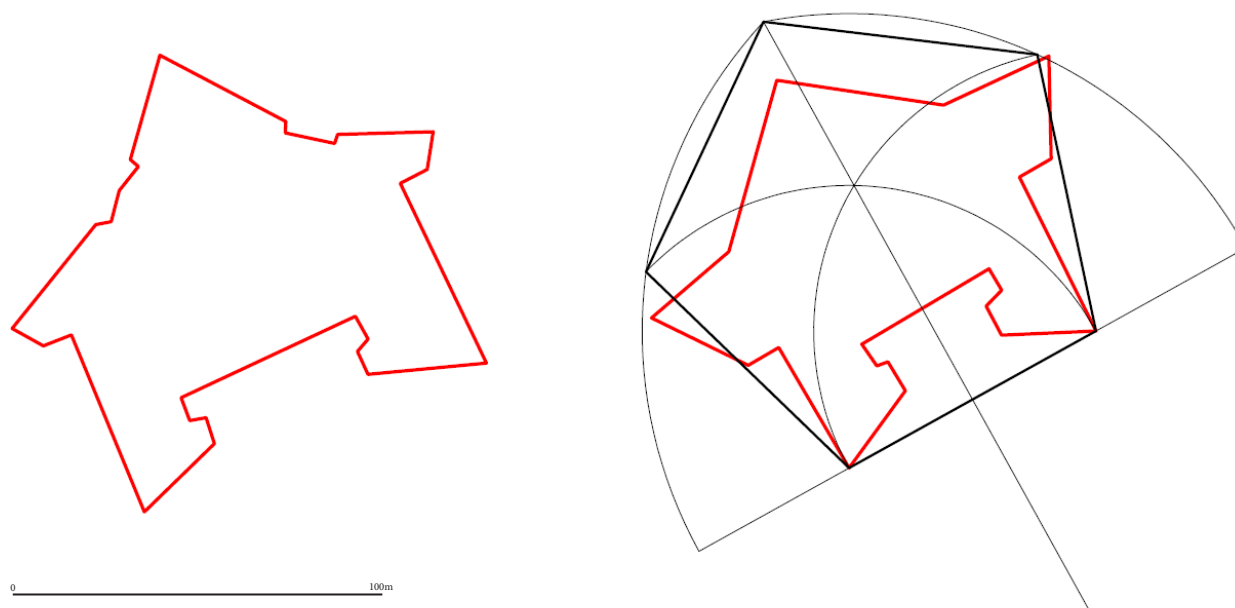


Fig. 109. San Fiorenzo (Corsica, 1563) e Cadice (Spagna, 1595). Rielaborazione del documento d'archivio e su base aerea. Si osserva, nel caso del forte di Santa Catalina a Cadice, l'impiego da parte di Cristobal de Rojas di un pentagono regolare con modello di partenza da adattare al sito. Il disegno del Frattino presenta forti analogie con il forte di Cadice ed una maggior plasticità. Una possibile ulteriore lettura della costruzione grafica è quella riconducibile al fronte tenagliato; in questo caso la soluzione finale risulta composta da quattro semi baluardi, due dei quali con fianco ritirato più un saliente per il forte di Cadice, e da semi baluardi più cortine ripiegate per la cittadella di San Fiorenzo.

1.2 Adattare il progetto a "la naturaleza del sitio"

“Acompagnar las obras a la naturaleza del sitio”, è un’espressione, attribuita all’ingegnere militare Giorgio Paleari, che esprime l’importanza assegnata dal progettista alla relazione tra realizzazione dell’opera e conformazione del sito. Tale indicazione viene data dall’ingegnere al direttore dei lavori in occasione della costruzione delle mura di Cagliari (Casu 2004, p. 74 e Vigano 2004, p. 183). L’attenzione per le caratteristiche morfologiche del sito ha inizio con un rilievo topografico preciso dell’area destinata alla costruzione dell’architettura militare e, ancora prima, con un sopralluogo finalizzato alla conoscenza diretta attraverso lo “sguardo”, come sottolinea Tiburzio Spannocchi quando afferma “Porque he visto a vista de ojos y paseado con mis pies lo que aquí describo” (Cámara Munoz 2004). Il sito nel quale verrà realizzata l’opera in poche occasioni è privo di vincoli legati a preesistenze o a necessità di controllo del territorio e più spesso le opere vengono sovrapposte a più antiche strutture. Anche qualora l’opera militare sia costituita da una nuova architettura, le sue forme e dimensioni vengono plasmate dal progettista, che adatta la soluzione finale a requisiti strategici ed alla morfologia del luogo per ottimizzare al massimo costi e benefici dell’intervento (Giorgio Paleari, a Cagliari, indica che le pietre necessarie alle nuove fortificazioni del quartiere Marina “se saquen todas en el fosso de la tenaza o, baluarte de S.to Pancrazio” come riporta Viganò 2004, p.183). Sono esempio di un simile atteggiamento numerose opere di Jacopo e Giorgio Paleari, di Rocco Capellino e prima ancora dei Sangallo, per citare solo alcuni dei più importanti specialisti del Cinquecento, che riprendono gli insegnamenti di Francesco di Giorgio il quale, come noto, organizza il disegno della fortificazione combinando diversi modelli per giungere alla soluzione ideale. Tra le opere dei Sangallo citiamo la cittadella di Ancona, tra le opere del Capellino il fronte di terra della piazzaforte di Alghero e tra quelle dei fratelli ticinesi la tenaglia di san Pancrazio a Cagliari, il forte di Setubal in Portogallo e il forte di Santa Barbara ad Alicante e il progetto per il forte di San Giuliano ad Alghero. In tutti questi esempi le capacità professionali dei progettisti hanno condotto a soluzioni di altissima qualità, ideate a partire da un preciso rilievo del sito e combinando tra loro le forme classiche della fortificazione moderna quali le cortine ripiegate, le tenaglie e la successione di salienti, quest’ultima caratterizzata da angoli ottusi e tale da determinare, rispetto ai bastioni pentagonali, una miglior aderenza alla morfologia dei luoghi.

1.3 Casi studio

- 1- La cittadella di Ancona (Marche, Italia)
- 2- La piazzaforte di Alghero (Sardegna, Italia)
- 3- Il complesso dell'atenaglia di San Pancrazio a Cagliari (Sardegna, Italia)
- 4- Il forte di San Giuliano ad Alghero (Sardegna, Italia)
- 5- Il forte di San Filippo a Setubal (Portogallo)
- 6- Il forte di Santa Barbara ad Alicante (Spagna)

1- La cittadella di Ancona (Marche, Italia).

Autore del progetto della cittadella è Antonio da Sangallo il Giovane. Nel 1532, in una nota del Papa Clemente VII, viene evidenziato l'inizio dei lavori del sistema difensivo di Ancona e la costruzione della Cittadella-Fortezza per mano del Sangallo stesso (Rinaldi 2020, p.826). L'imponente schema planimetrico della Fortezza anconetana, che si svolge con forma estremamente asimmetrica e irregolare creando una figura chiusa poligonale, è peraltro assimilabile a quella della coeva Rocca Paolina di Perugia (1540-1543), ideata dallo stesso Sangallo. L'analisi dei documenti d'archivio rappresentati da alcuni disegni attribuiti ad Antonio da Sangallo (fig.110) ed un suo collaboratore (fig.111), il rilievo delle strutture esistenti nel 1815 (fig.112) e la forma attuale della cittadella permettono di apprezzare lo studio iniziale del progettista, che a partire da uno schema simmetrico e regolare (disegnato da un collaboratore) ricerca un adattamento del progetto al sito della soluzione composta da baluardi, cortine ripiegate e tenaglie (fig.113), un progetto del quale fino ad oggi hanno conservato le loro peculiarità senza aver subito trasformazioni di rilievo i bastioni della Campana, della Guardia e del Giardino (figg. 114-117). Il disegno del Sangallo, riprodotto da Antonio Lobacco con scala metrica in canne da 100 palmi, evidenzia l'approccio alla conoscenza del luogo; il Sangallo segnala i gradi e la direzione dei rilievi e dei siti circostanti come "mon[te] di Pesaro T[ramontana] 10/ fiumicino T[ramontana] 0/ Monte Mariano G[recale] 14/ M[onte] Barcolana G[recale] 10/ M[onte] Santo Vicino milla G[recale] 0/ Monte Girde d 10/ Capo dimonte" (Menchetti 2008, nota 12, p.96).

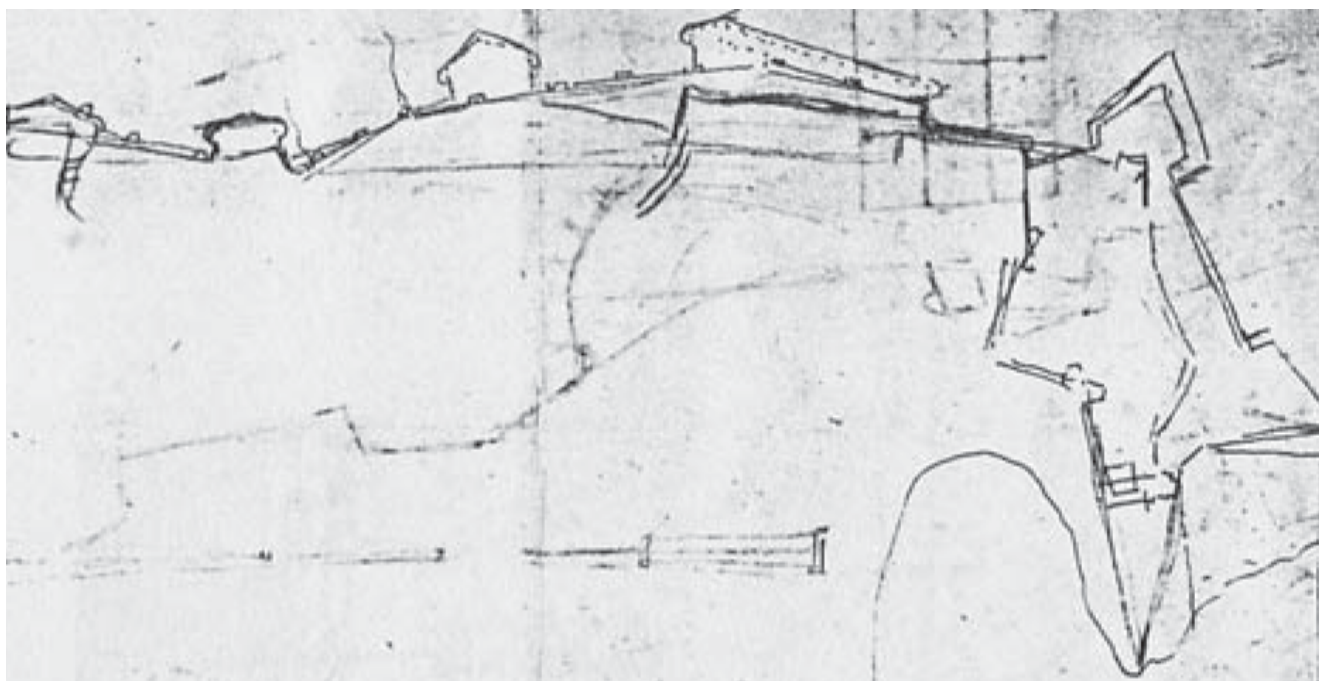


Fig. 110. La Cittadella di Ancona. Schizzo di Antonio da Sangallo, il Giovane.

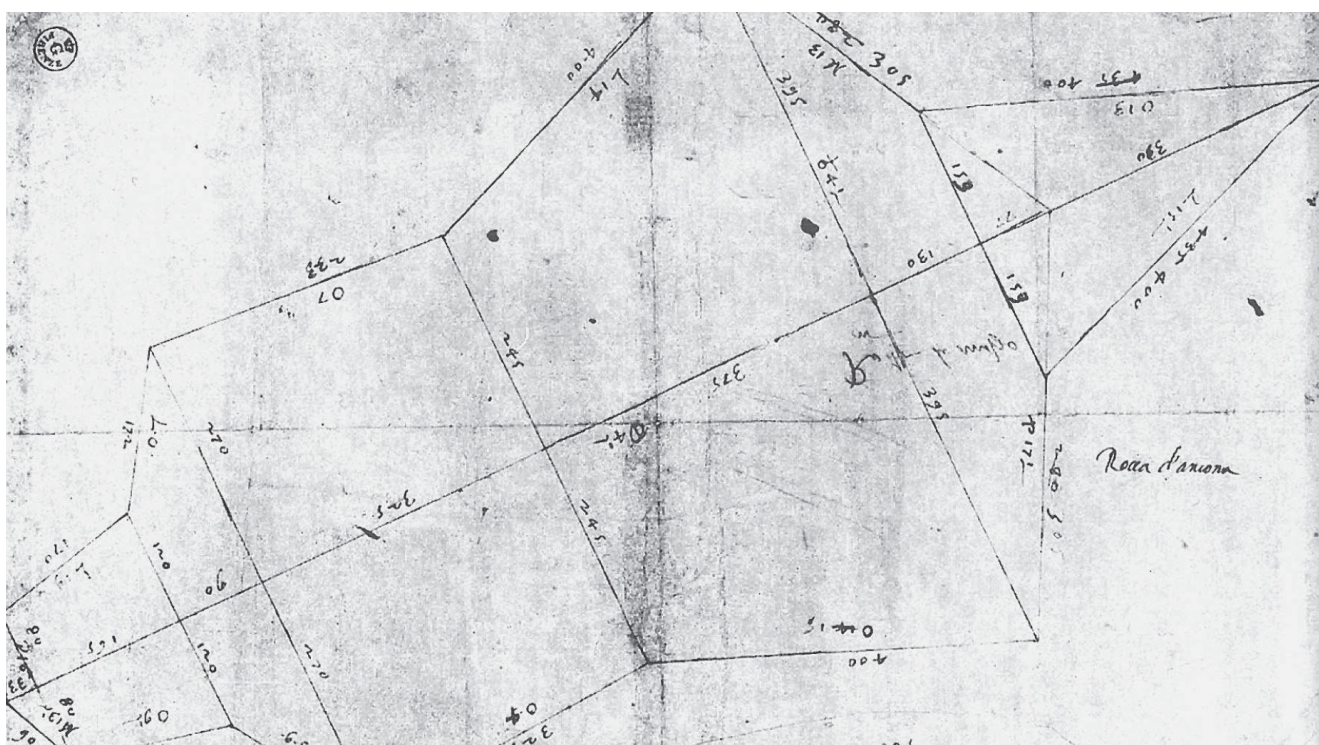


Fig. 111. Antonio Labacco⁶⁹ (attr.), schema geometrico per la rocca di Ancona. GDSU 723A (da Fiore, 1986).

Andrea Pirinu



Fig. 112. La cittadella di Ancona nel catasto Gregoriano, 1815 (foto Ufficio del Patrimonio, Ancona, da Menchetti 2008).

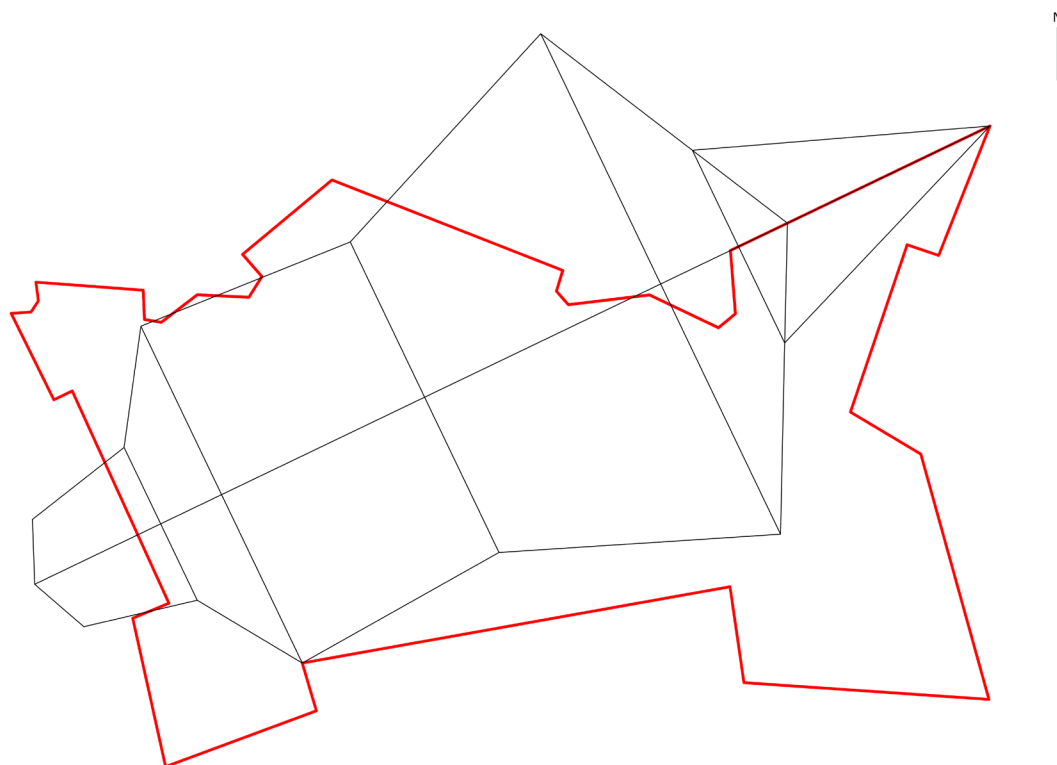


Fig. 113. La cittadella di Ancona. Confronto tra schema geometrico e opera realizzata.



Fig. 114. Cittadella di Ancona (2023).

Andrea Pirinu



Fig. 115. Cittadella di Ancona (2023).



Fig. 116. Accesso alla Cittadella di Ancona (2023).

Andrea Pirinu



Fig. 117. Cannoniera al servizio della Cittadella di Ancona (2023).

2- La piazzaforte di Alghero (Sardegna, Italia)

Nel 1552, per volere di Carlo V re di Spagna, giunge in Sardegna l'ingegnere cremonese Rocco Capellino, con il compito di adeguare le fortificazioni dell'isola alle mutate strategie di guerra.

Le città regie di Cagliari, Oristano, Alghero e Sassari si dotano in breve tempo di un progetto a scala urbana che prevede la realizzazione di una nuova cinta bastionata in sostituzione di quella esistente, ancora legata ad una matrice medievale. I lavori previsti dai disegni elaborati dal Capellino avranno immediato inizio nel 1552 sul fronte meridionale del quartiere Castello a Cagliari, mentre ad Alghero procederanno più a rilento; le città di Sassari e Oristano non saranno invece interessate dai lavori previsti dal tecnico cremonese, ma solo da interventi di manutenzione della cinta muraria esistente.

Le opere finalizzate ad una trasformazione "alla moderna" della cinta muraria di Alghero prevedono la realizzazione di baluardi pentagonali collegati da cortine provviste di terrapieni, ben descritti in un primo disegno elaborato dal Capellino. In questo disegno la cinta muraria esistente, integrata agli inizi del Cinquecento da robusti torrioni, è completamente inglobata dalla nuova linea bastionata. Ciò determina una completa dismissione dei torrioni e un'applicazione rigorosa di matrici geometriche, come si è già evidenziato a seguito di un'analisi grafica del disegno (Pirinu 2013, fig. 7, pag. 145 e fig. 13 a pag. 149) che rivela, attraverso i segni lasciati dal compasso, i tracciamenti e l'impiego dei torrioni come caposaldi funzionali al rilievo strumentale.

Questo disegno, tuttavia, subisce una modifica che determina un nuovo progetto (Pirinu 2013, fig. 12, pag. 148) e un diverso tracciamento della nuova linea difensiva, ma soprattutto un riutilizzo dei torrioni che, non più dismessi, divengono parte integrante della nuova soluzione.

Un ulteriore aspetto emerge dall'analisi dei documenti d'archivio e dal confronto tra disegno e opera realizzata. La modifica del disegno appare necessaria non solo perché consente il riutilizzo, anche se parziale, delle fortificazioni esistenti, ma perché evita i notevoli lavori di sbancamento che avrebbe richiesto la costruzione del bastione dello Sperone, collocato da progetto a ridosso della collinetta della Giustizia (Pirinu 2013, figg. 27-29, p. 156), ben riconoscibile negli acquarelli ottocenteschi di Simone Manca di Mores (fig. 118).

Anche in questo caso, si assiste ad un adattamento del progetto al sito che indirizza la progettazione e modifica

il disegno ideale, pensato con un'applicazione rigorosa di matrici geometriche (fig.119).

Le condizioni morfologiche del sito e la modifica resa necessaria può essere osservata attraverso l'overlay grafico tra i due disegni del Capellino e l'elaborato realizzato da Giorgio Paleari nel 1573 il quale, come noto (Pirinu 2013), riunisce in unica rappresentazione lo stato dei luoghi (quindi le opere realizzate dall'ingegnere cremonese), le indicazioni del fratello Jacopo ed una sua personale ipotesi di ampliamento del fronte di terra⁷⁰.

In riferimento alla modifica sostanziale del progetto, numerosi indizi fanno supporre l'intervento di un ingegnere militare esperto che corregge il primo disegno del Capellino; si ipotizza l'intervento di Giomaria Olgiati, tecnico di fiducia di Carlo V e autore di numerosi progetti per il re di Spagna.

Il primo indizio è relativo alla presenza, tra il 1539 ed il 1554, dell'Olgiati in Corsica; l'ingegnere è attivo a Portovecchio, Bastia, Bonifacio, Ajaccio e Calvi, condizione che suggerisce di non escludere pertanto un sua "visita" in Sardegna in supporto al Capellino.

Un secondo indizio proviene dalla collocazione archivistica condivisa dai disegni del Capellino relativi alle piazzeforti della Sardegna e da numerosi disegni delle fortificazioni della Corsica, tutti conservati presso la Biblioteca Apostolica Vaticana (Fondo Barberini).



Fig. 118. Il bastione dello Sperone ad Alghero (acquerello di Simone Manca di Mores).

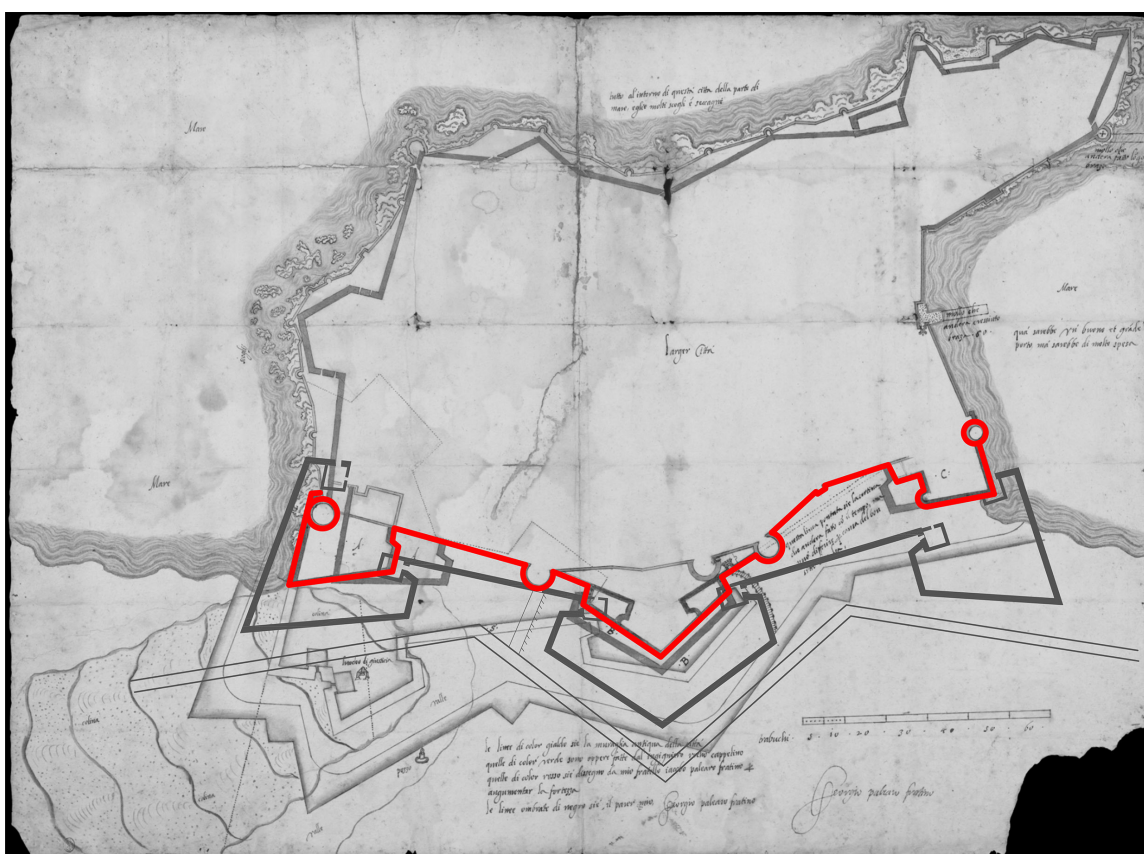


Fig. 119. Inserimento del progetto preliminare (nero) e definitivo del Capellino (rosso) su base 1573 (disegno di Giorgio Paleari).

3- Il complesso della tenaglia di San Pancrazio (Cagliari, Italia)

Un interessante esempio di fortificazione moderna che “accompagna” le forme fisiche del luogo è la tenaglia di San Pancrazio a Cagliari (fig. 120), ampliamento settentrionale delle mura della città, realizzata a più riprese tra il 1552 ed il 1578 sotto la direzione di Rocco Capellino prima e poi dei fratelli Paleari. Viene progettata nel 1552 da Rocco Capellino che, come noto, interviene a Cagliari nei quartieri di Marina e Castello, trascurando le appendici di Stampace e Villanova.

La soluzione progettuale prevista dall'ingegnere cremonese per il settore settentrionale di Castello è un'opera a tenaglia difesa da cannoniere, la quale si innesta in corrispondenza del baluardo Dusay, realizzato per iniziativa del viceré Joan Dusay, e si protende in direzione della collinetta di San Pancrazio “accompagnando” il limite del costone roccioso rivolto a est verso il quartiere di Villanova. Il Capellino “getta le fondamenta” della tenaglia nel 1558 e i lavori si concludono nel 1563, nel periodo in cui Jacopo Paleari Fratino giunge nell'Isola per dare una svolta al procedere delle opere e modificare il disegno pensato dal tecnico cremonese per le fortificazioni di Cagliari e Alghero, ampliando di fatto anche la tenaglia di San Pancrazio.

Particolare interesse suscitano l'esame del disegno di progetto del Capellino e delle opere da questi realizzate e l'osservazione dei due disegni che Giorgio Paleari, fratello di Jacopo, realizzerà nel periodo di permanenza nell'Isola. Dal confronto si evince infatti un tracciato diverso rispetto a quanto previsto nel progetto iniziale, assegnato in fase di realizzazione dal tecnico cremonese al tratto ovest della tenaglia, dove il baluardo Dusay trova una nuova “utilità”.

Il baluardo diviene infatti funzionale alla tenaglia, garantendo per mezzo delle sue artiglierie la protezione del fianco ovest della stessa, attraverso un atteggiamento progettuale conforme a quanto proposto da Jacopo Paleari per Alghero, dove le torri cilindriche realizzate nella prima metà del Cinquecento divengono cannoniere funzionali ai nuovi baluardi del fronte di terra. La scelta del Capellino viene presto superata dall'ampliamento che Giorgio Paleari realizza tra il 1573 ed il 1578, con il quale affida la protezione del fianco della tenaglia alla cannoniera posizionata lungo la cortina di San Guglielmo. Ciò emerge dall'analisi grafica dei disegni del Capellino e di Giorgio Paleari e dal rilievo delle opere tutt'ora esistenti all'interno dei locali della Pinacoteca Nazionale.

Il confronto tra il progetto e le opere realizzate mostra infatti come l'ingegnere cremonese modifichi in corso d'opera la prima soluzione progettuale e riutilizzi il baluardo Dusay all'interno dei nuovi schemi funzionali. Giorgio Paleari a sua volta, nel corso delle operazioni dell'ampliamento della tenaglia, rende inutile l'utilizzo del baluardo Dusay come cannoniera al servizio della stessa ed esegue un intervento assai frequente nel Cinquecento, colmando con un terrapieno il volume del baluardo per aumentarne la resistenza alle bordate e al peso dei cannoni, in modo tale da permettere l'alloggiamento di bocche da fuoco ad una quota superiore. Tale ipotesi è avvalorata dalla presenza all'interno della struttura di tecniche costruttive conformi a quelle utilizzate dallo stesso ingegnere ad Alghero e a Pamplona e indicate nel trattato del Maggi e del Castriotto.



Fig. 120. Veduta del fronte orientale della tenaglia di San Pancrazio (2010).

4- Il forte di San Giuliano (Alghero, Italia)

Il progetto del forte di San Giuliano costituisce un'interessante testimonianza del fatto che un preciso rilievo del sito precede il progetto e il plastico adattamento dei modelli proposti nella trattatistica militare. Questo può essere dedotto dal raffronto tra il disegno di progetto e un recente rilievo aerofotogrammetrico del sito che ha conservato la sua conformazione storica.

Autore del progetto è Giorgio Paleari il quale, nel 1575, riceve l'incarico di progettare una fortezza da realizzarsi su di un'altura distante 2.000 passi dalla città di Alghero. L'ingegnere imposta la traccia progettuale su due semi baluardi, una successione di salienti con le troniere posizionate nei punti d'incontro di questi ultimi e un'opera a tenaglia (fig. 121). L'analisi grafica del documento d'archivio mostrerà come la traccia progettuale rappresenti un'evoluzione dei progetti dell'Escrivà, rielabori uno degli schemi proposti dal trattato del Maggi e del Castriotto e ne accolga i suggerimenti⁷¹.

I due semi baluardi vengono posizionati sull'estremità est della collina che, in prevalenza piana, presenta una leggera irregolarità altimetrica, testimoniata dal termine "fossa" presente nel documento. Solo uno dei due baluardi, quello a sud, è pensato con fianco ritirato e con la cannoniera in casamatta; il baluardo nord a protezione della faccia del baluardo sud e del tratto di fossato adiacente è invece dotato di artiglieria posiziona alla quota della piattaforma. Il progetto, allegato alla relazione inviata dal viceré Coloma a Filippo II il 24 marzo 1575, non verrà realizzato sebbene, tra il Cinquecento e il Seicento, la sua costruzione trovi numerosi sostenitori, tra i quali il viceré Giovanni Coloma ed il viceré Giovanni Vivas. La relazione che accompagna l'elaborato grafico descrive in maniera dettagliata i costi per la sua realizzazione, le opere da un punto di vista architettonico e dimensionale, il posizionamento del perimetro fortificato e del fossato ("questo fosso sara nilla rocha viva") e indica con precisione le caratteristiche morfologiche del sito ("qui la hacolina rasa declinado al bajo") e le preesistenze ("pozio Antiquo, vigna, S. Juliai"). Fossato, strada coperta e accesso alla fortezza, diversamente, non sono indicati in maniera dettagliata; infatti è descritta la loro posizione planimetrica, ma non il profilo altimetrico né quantomeno la quota stabilita per l'accesso alla fortezza. Il documento riporta, oltre al consueto orientamento con assi cardinali, la scala metrica in canne da 12 palmi e alcune indicazioni tra le quali: "Li duoi baluardi et cortina signati A anderano alti alla ordinaria altez.a il Restan-

te della Circonferentia bastera che si alzi suolo fuori di scala che douendo esser' de muraglia p. causa di tenerlo longo tempo et p. metter dentro meza cana di terra de altez.a almeno et p. che il fosso andera fuor nela rocha costera Circha schudi 30 millia".

La scala metrica è indicata in canne da 12 palmi⁷², che possiamo ipotizzare possano trattarsi di palmi romani; tale possibilità è avvalorata dalla compatibilità tra il disegno di progetto e la morfologia del sito (fig.122). I baluardi sono prescritti della «ordinaria altezza»; nel trattato del Maggi e del Castriotto, il Libro II, Cap. I, Delle scarpe delle muraglie "L'ordinaria scarpa che si dà alle muraglie, si è, in ogni cinque braccia d'altezza, un piede, e questo fino al cordone. Dal cordone in sù alcuni non vogliono che si dia pùto di scarpa. ad altri piace indistintamente ch'ella si dia. l'opinion di questi ultimi è degna d'esser abbracciata, perche, come habbiamo detto un'altra volta, la scarpa dà fortezza al muro, & il perpendicolo l'aiuta a rovinare. Darassi adunque alla muraglia dal cordone in su un mezo piede di scarpa, ò qualche poco di più", il Capitan Castriotto nel Libro I, Cap. XI, Delle misure di tutti i membri della Fortificatione, e delle parti di quelli, suggerisce le misure più adatte secondo la sua opinione da assegnare al baluardo. Per quanto riguarda la muraglia del baluardo il Castriotto "la vuole alta dal fondo del fosso fino al cordone piedi 24. e piedi 8, dal cordone alla cima, che con un piede della grossezza del cordone è in tutto dal lato di fuori piedi 33. e di dentro 36, per cagione del colmo più alto che non è di fuori". L'ordinaria altezza dei baluardi diviene in accordo con il trattato e con la scelta di utilizzare una misura del piede di 33 cm pari a: dal fondo del fosso fino al cordone piedi 24 (7,92 m), piedi 8 dal cordone alla cima (2,64 m) e con il cordone della grossezza di un piede (33 cm) risulta complessivamente un'altezza di piedi 33 (10,89 m) all'esterno e piedi 36 all'interno (11,88 m).

Nel Libro I, Cap. XI G. Maggi riporta inoltre che il Capitan Castriotto "nel suo discorso generale vuole che le controscarpe siano alte al pari de' i cordoni; & anche due piedi più alte di quelli ". Lo stesso Maggi indica che "fuori dal fosso la via delle sortite sarà larga braccia 12. fino a 14" e che "il Lanteri vuole ch'ella sia tanto larga, che vi possa passare una squadra da sei ò otto soldati per fila. il muro, ò la trincea dello Spalto che la debbe coprire, sarà alto piedi 4. fino a 5. secondo altri, piedi 7. e grosso braccia I fino in due, dove possino star dopo archibugieri che guardino lo Spalto. Ad altri piace che questo muro sia più alto, cioè facendosi la via delle sortite più bassa, ma con una panchetta larga due braccia da

Andrea Pirinu

potersi affacciar per tirare, come si vede disegnato qui di sotto, il Castriotto vuole, che al parapetto delle sortite si facciano alcune case piccole e sode, simili alle case-matte: dentro ad ogniuna delle quali possino stare dieci soldati, e che dopo a tal parapetto si facciano alcune volte, e ridotti per salvezza de' difensori, quando venisse loro a dosso una carica de' nemici, che non si potesse sostenere. quali ridotti si mostrano nella presente figura G H. insieme con la controscarpa, con la via delle sortite, e col parapetto di quella con la sua panchetta". Orientate la scelta delle caratteristiche dimensionali dei baluardi e del profilo della controscarpa e la sezione del fossato sulla base delle indicazioni del Castriotto, tutti gli elementi necessari per la definizione del modello sono acquisiti (fig. 123).

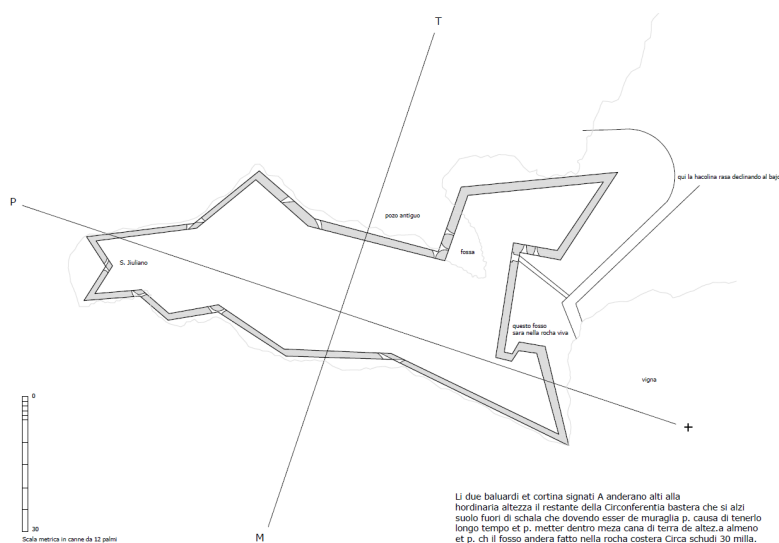


Fig. 121. Rielaborazione del documento originale custodito presso l'Archivo General de Simancas (AGS, MPD, 5, 40).



Fig. 122. Inserimento su base aerea (ortofoto RAS 2008) del disegno d'archivio.

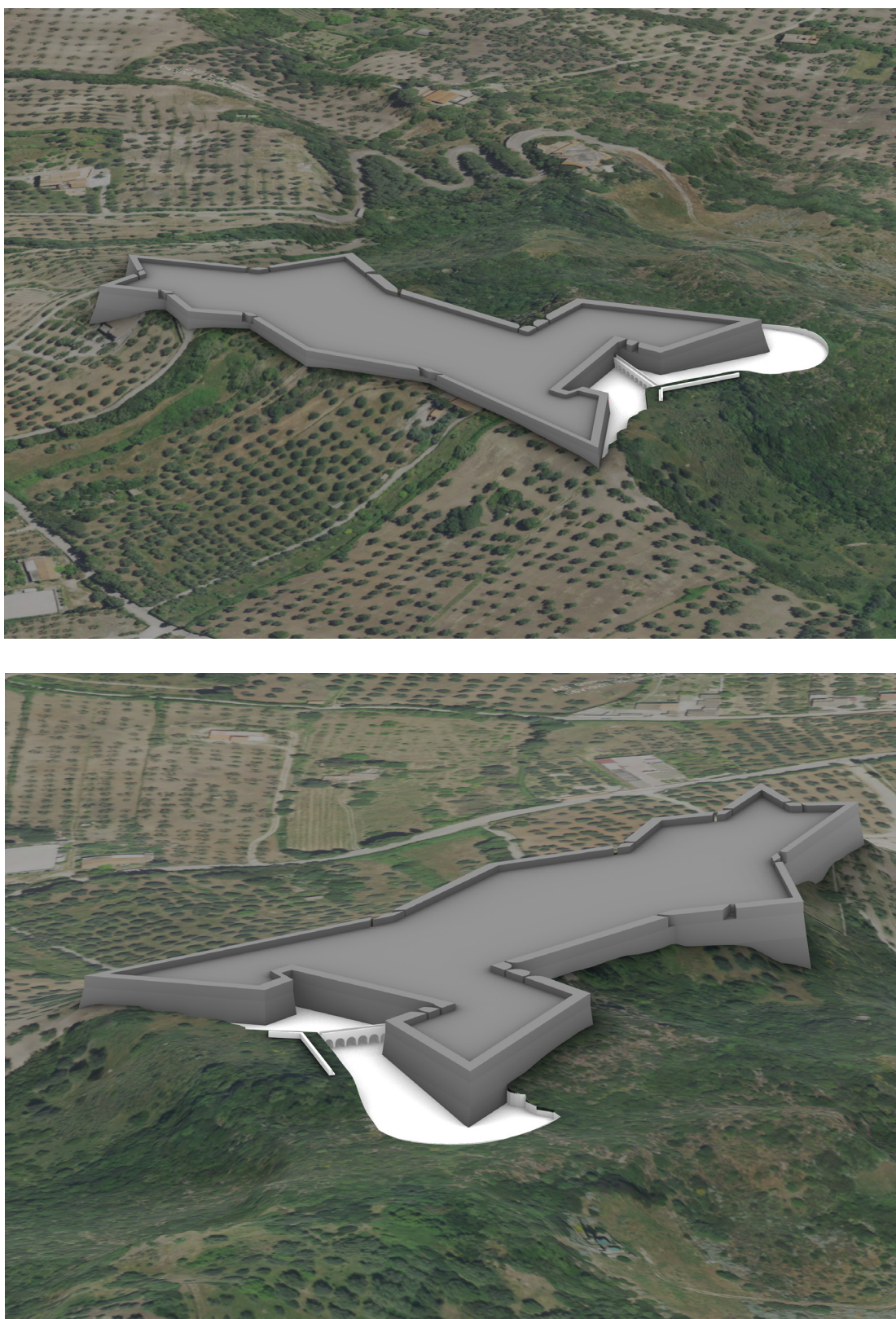


Fig. 123. Modello digitale inserito nel contesto ambientale odierno.

5- Il forte di San Filippo a Setubal (Portogallo)

Il modello impiegato da Giorgio Paleari per il forte, non realizzato, di San Giuliano ad Alghero viene riproposto dal fratello Jacopo⁷³ nel 1581 a Setubal in Portogallo.

Si tratta ancora di una combinazione di forme ampiamente utilizzate all'epoca che origina una soluzione plastica con due semi baluardi, una successione di salienti e una tenaglia (fig. 124), adattata perfettamente al sito e che presenta una grande affinità con gli schemi proposti nel tratto di Girolamo Maggi e del capitano Castriotto.

Le opere avranno inizio il 3 agosto del 1581⁷⁴ sotto la direzione del Capitan fratin che, dopo aver verificato l'ottima posizione e la natura del sito prescelto per l'edificazione, inizia il consueto tracciamento del perimetro della fortezza. Jacopo seguirà l'evoluzione dei lavori almeno sino al 1584; lavori che non potrà completare per la sua scomparsa avvenuta nel 1586.

Le opere verranno portate a termine dai suoi successori seguendo il suo disegno; tra gli ingegneri che si succedono nella direzione del cantiere ricordiamo Antón Coll⁷⁵, Giorgio Paleari, il napoletano Fra Vincenzo Casale ed il pescarese Filippo Terzi; a quest'ultimo si deve l'unico disegno pervenutoci, realizzato a fine lavori e datato 1594; si tratta di una planimetrica del forte circondato su tra lati da un fossato e, sul versante più ripido e roccioso, completato da una strada coperta (figg. 125-126).



Fig. 124. Il forte di San Filippo a Setubal in Portogallo (Google Earth, 2023).



Fig. 125. Il forte di San Filippo a Setúbal in Portogallo (2010). Profilo scarpato, cordone e parapetto.



Fig. 126. Il forte di San Filippo a Setúbal in Portogallo (2010). Fossato e strada coperta.

Andrea Pirinu

6- Il forte di Santa Barbara (Alicante, Spagna)

Tra il 1570 ed il 1575 Jacopo Paleari stende rapporti sulle fortificazioni di Alicante e definisce il disegno della tenaglia che verrà realizzata nel 1580, nonostante il parere contrario dell'Antonelli⁷⁶, incaricato dell'esecuzione delle opere. Il disegno dell'ingegnere è costituito da una successione di salienti che accompagna il limite medievale (fig. 127) e si conclude con due semi baluardi arretrati rispetto al perimetro esistente, come descritto nel documento⁷⁷ redatto da Vespasiano Gonzaga nel 1575: "Las dos lineas B y C muestran la tenaza que trazava El fratin retirandose para a dentro del despenadero".



Fig. 127. Forte di Santa Barbara ad Alicante. Profilo ovest del circuito murario (2024).



Fig. 128. Forte di Santa Barbara ad Alicante. Dettaglio della garitta (2023).

Long Abstract

The bastioned front: birth and development of the model between "ideal" forms and site adaptation.

In Europe, during the fifteenth century, the advent of firearm and the progressive improvement of the quality of gunpowder led to an increase in the speed and range of projectiles which requires a modification of the existing wall systems.

The medieval city walls, made up of straight curtains and tall watchtowers no longer able to withstand the destructive force of guns, are gradually supplemented by embankments equipped with battered walls. The renovation also involves replacing the quadrangular towers with cylindrical ones of a smaller height and the modification of the arrow slits with spayed embrasures and of the battlements with more robust crenelations. These modifications determine the gradual abandonment of the "plumbing defence" entrusted to the mass and strength of the walls protected by cantilevered walls from which materials such as stone projectiles were thrown, boiling oil or molten pitch and from slits or open spaces between the battlements, where archers took position.

This era is characterized by a search for technical solutions that would ensure an adaptation of the defences, where it was not possible to completely rebuild existing structures. In addition to lowering the building structures and using cylindrical corner towers of considerable size and height equal to curtains, wall thicknesses are increased, incorporate and re-functionalize existing structures. In this development phase, the shapes based on inclined planes assumed a growing prominence at the expense of the shapes based on curved surfaces. However, their level of reliability does not yet permit a complete abandonment of the traditional systems which coexist with new solutions designed to cope with the disruptive power of artillery, as seen in the analysis of the architectural heritage of this precise historical moment. For this reason, the fortifications implemented at this precise historical moment, called "of transition", in fact represent precise responses to precise, but transitory, conditions of war.

Andrea Pirinu

The defence was generally entrusted to small arms, arranged on several overlapping fire rows. The firearms of this period had a wide opening towards the inside, with lateral squinches, which narrowed well beyond the middle of the wall thickness.

Externally the mouth generally had a stone shield, with simple circular opening or with reversed patch, made the latter with a vertical crack and at the bottom a larger circular hole.

The projects and works continue with great intensity due to the urgency of war and the drive towards a functional model will lead to the definition of the element that will most characterise the sixteenth century military architecture: the pentagonal shape bastion.

Placed at the junction of two curtains whose length is determined by the range of firearms, the new defence system was designed by Francesco di Giorgio Martini and developed by the Sangallo family.

The Sienese architect created, between 1480-82 and 1486, the Treaty of Civil and Military Architecture that provides detailed indications on many design elements and shows numerous examples of fortresses.

One of the characteristics that distinguish the works of Francesco di Giorgio is the adaptation of forms to the morphology of places. Its architecture expresses the genius of the designer who creates different works based on the needs and gradually abandoned the use of murder holes and circular towers, focusing its attention on the study of corner profiles, as in the fortress of San Leo, more suitable to realize the idea of "escaping walls" as written by Fara: "in Francesco the corner bastion, like the rhomboid plan and the raveling, has the meaning of turning salient angles towards the bombardes of the besieger, to offer inclined surfaces, «escaping», to the perpendicular shots".

In 1477 the design of an acute revelling with a multi-sided envelope and a sort of orillon for Costacciaro, defended by the flanking shot of the walls, interprets the first functions of the future bulwark. His design solutions do not start from a predetermined form but are the result of the composition of several elements that, functionally useful and coordinated with each other, give rise to unique solutions. This is possible using ravelins, artillery platforms and caponier placed outside the walls with the task of pointing artillery on the

outcropping perimeter of the fortress and thus defend the "non-flanking" parts with artillery placed along the defensive perimeter.

The treaty will be applied in numerous works, including the fortress of Senigallia, the fortifications of Ostia designed by Baccio Pontelli and the defences of southern Italy.

In addition to Francesco di Giorgio Martini, in Italy between the end of the fifteenth and the first half of the sixteenth century, operate Francesco di Giovanni di Matteo called "the Francione", Giuliano Giamberti called "Sangallo", his brother Antonio "the Elder" and his nephew Antonio "the Younger". Michelangelo Buonarroti and Baldassarre Peruzzi, Michele Sanmicheli, Donato Bramante, Pietro Cataneo and Sebastiano Serlio are also involved in military architecture, to mention some of the most illustrious names.

The decisive turning point in the development of the so-called "modern" fortifications is achieved through the project activity of the Sangallo family that defined a perfect flanking system and eliminates the so-called "dead zones". From now on, the lines of fire will define the functional design of modern fortification.

The first examples of realizations take place in the Florentine Republic (1484) where Antonio da Sangallo encloses the castle of Brolio in Chianti within a pentagonal perimeter and in Firenzuola, closed in the period 1474-1502 by a quadrangular enclosure. In the Papal States, the forts of Civitacastellana with four bastions and a tower (1494) and Nettuno (1502) with four bastions were erected, the latter by Antonio, the first of the brothers to adopt in Civitacastellana the bulwark with rounded orillon and retreated flanks that guarantee a wider opening of fire and better resistance to artillery. The refining of the design technique reaches its peak around 1530 and the model spreads throughout Europe, in the colonies of the New Continent up to the coasts of Africa and Asia.

In these years the construction of the Fortezza da Basso by Sangallo the Younger (1534) combines art of war and symbolism; another symmetrical pentagonal work by Giovan Battista Calvi will follow in Piacenza (1547) and in Rosas (1552) in Spain.

The first citadel built in Italy with a regular plan (1564-1566) is that of Turin by Francesco Paciotto.

Andrea Pirinu

This solution, employed by the same designer in 1568 in Antwerp, becomes the reference model for further fortresses in the Netherlands, in Spain (Pamplona, 1571) and (Jaca, 1592).

The authorship of the bastion work is due to the Italian school that diffuses the model, in Europe and beyond; however, some foreign technicians play a leading role in the design scene of the sixteenth century. Among these the Spaniards Pedro Luis Escrivà active in Italy and in Tunis in the Spanish garrison of the Goletta and the captain Luis Pizaño, engaged in the territory of Milan and author of the project for the citadel of Montpelier in France. The "school" of Escrivà conditions the design of military architectures using the tenaille and in the developed star forts, widely used until the early nineteenth century.

The repertoire of models used during the 16th century goes far beyond the pentagonal citadels and fortified forts. These repertoire include the triangular and quadrangular forts, until more complex solutions in which the number of bulwarks is higher: among these are the hexagonal citadels "with perfect geometry" as Casale Monferrato, or irregular as Grosseto, Milan or Sermoneta up to a city fortified by a sequence of nine bulwarks arranged according to precise geometric rules and symmetry, as Palmanova built between the sixteenth and nineteenth centuries to counter a possible attack from the Adriatic coast.

The repertoire developed during the sixteenth century is rich in solutions shared between specialists and, from the middle of the century, described and proposed in specialist treatises.

The comparisons and meetings between specialists are frequent; among these those between Francesco di Giorgio Martini and Leonardo.

The observation of some solutions proposed by Michelangelo and Baldassarre Peruzzi show a wider exchange of design ideas such as that of the use of spurs at the base of the works, characteristics that share the drawings of Leonardo for Piombino, the towers of Castel Nuovo in Naples, the Medici fortress of Siena by Baldassarre Lanci and later constructions such as the citadel of Ajaccio (Corsica) and the fort of Sao Joao Baptista in Porto (Portugal), but also the fort of Sant'Elmo in Malta.

Among the specialists that combine the rigorous models proposed in the treaties we cite, in the military scene of the second half of the 16th century, Giovan Battista Calvi, Jacopo Paleari Fratino and Tiburzio Spannocchi, trusted experts of the reign of Philip II, King of Spain. The process of defensive renewal and refinement of design technique reached its peak in Italy at the end of the 16th century with the creation of two fortresses of considerable building, political and symbolic significance: the already cited hexagonal citadel of Casale Monferrato and the citadel of Palmanova.

These works composed a catalogue of shape. On the importance of shape, Tartaglia writes in the work "Quesiti et inventioni diverse", published in Venice in 1546: «I say that to fortify a city you need the matter and the form, that the man's project is approved by the shape of its walls, and not by the thickness of those».

The architectural forms and stylistic solutions employed by specialists define an interesting catalogue of models of great design interest and architectural and landscape quality.

Through a synoptic table, it is possible to represent the existence of reference models devised by some leading specialist or proposed from the indications of the military treatises of the time.

These models use simple forms (such as the Vitruvian triangle, square and pentagon) or figures that result from the manipulation of these or anthropomorphic shapes adapted to the places; proposed in the treaties or known to military engineers during their "rides" up and down Europe can be compared with each other.

The analysis of these works is necessarily carried out on archive drawings, on the survey of existing works or on different cartographic bases.

This phase is fundamental for the construction of the abacus because the sixteenth century design has its well-known graphic characteristics, and the work can be different from the initial project.

The comparison between design and survey of the works must consider the instruments for survey and representation of the time and those current as observed, for example, in the study of the citadel of Peñíscola (Spain).

This must be clear when approaching a discourse involving a geometric-dimensional comparison.

The aim of the construction of the synoptic table is however to show similarities between the different realizations and relevance of these to the models proposed in the treatise also to identify "the signature" of the designer, even when this is not explicitly documented.

Another aspect is the conformity between work carried out and design. In this case, the professionalism of military experts in carrying out a precise site survey and a precise tracking according to the project emerges, as observed in some representative case studies (Perpignan, Peñíscola and Bernia but also in the hill of San Giuliano close to the city of Alghero).

The result is a work that fits the site and meets all the defensive requirements required.

Acompagnar las obras a la naturaleza del sitio", is an expression attributed to the military engineer Giorgio Paleari Fratino, which expresses the importance given by the designer to the relationship between the construction and the site conformation.

Attention to the site and its morphological characteristics that begins with a precise topographical survey of the area or interested by the construction of military architecture and even before with an inspection aimed at direct knowledge through the "look", as Tiburzio Spannocchi points out when he states "Porque he visto a vista de ojos y paseado con mis pies lo que aquí describo". The site where the work will be carried out on few occasions is free of constraints linked to pre-existing (new construction on a flat site) or to the need for control of the territory.

More often the works are inserted or superimposed to older structures to lead to their adaptation, often accompanied by an extension.

Even if the military work is made up of a new architecture its shapes and dimensions are skilfully shaped by the designer who adapts the final solution to strategic requirements and the morphology of the place to optimize costs and benefits of the intervention.

Examples of such an attitude are numerous works by Jacopo and Giorgio Paleari Fratino, Rocco Capellino and before the Sangallo, to mention only some of the most important specialists of the sixteenth century, which take up the teachings of Francesco di Giorgio Martini who, as known, organizes the design of the fortification combining different models to reach the ide-

al solution; among the works of Sangallo we mention the citadel of Ancona, among the works of Capellino the land front of the Alghero stronghold and among those of the Swiss brothers, the tenaille of San Pancrazio in Cagliari, the Setubal fort in Portugal, the Santa Barbara fort in Alicante and the project for the San Giuliano fort in Alghero.

2 Fortezze e cittadelle militari: l'importanza della geometria tra rilievo, disegno di progetto e tracciamento

La fortificazione “alla moderna” è un’architettura funzionale e pertanto il suo progetto è fortemente legato alla geometria e ad una costruzione rigorosa che si sviluppa a partire da forme semplici, anche combinate, per poi essere modificata se le condizioni morfologiche del sito e le esigenze di difesa lo richiedono. Ciò determina la possibilità di realizzare forme perfette nella simmetria (L’Aquila, Bernia, Torino, Anversa, Pamplona, Jaca e Parma per citare alcuni esempi) e nella proporzione dei singoli elementi, oppure configurazioni plastiche condizionate dalle preesistenze (castelli normanni delle Puglie), dalla morfologia dei luoghi (Cagliari e Alghero, Setubal, Viana do Castelo, Ajaccio) o dalla necessità di avere una maggiore protezione, quindi maggiore resistenza alle bordate ma anche una maggiore dotazione di bocche da fuoco. La centralità della geometria è ribadita dai trattatisti, che la collocano al centro del progetto di architettura militare, e la sua conoscenza e pratica sono indispensabili per una corretta realizzazione dell’opera. Nicolò Tartaglia (cap.1.1, pag. 57), quando si esprime in merito alla maniera di fortificare una città, sottolinea l’importanza della forma di un circuito murario “moderno” rispetto allo spessore delle sue mura e rispetto ad una concezione di matrice “medievale”.

Per progettare la forma è necessario conoscere la geometria, conoscere i metodi di disegno delle costruzioni geometriche e conoscere le procedure operative necessarie per la trasposizione sul terreno di esse (fig. 129). In quest’ultimo passaggio un’altra competenza contraddistingue gli ingegneri militari: si tratta della padronanza dei metodi di rilevamento del territorio e dell’architettura e dei metodi di tracciamento sul terreno dell’opera militare. L’acquisizione della consistenza e delle caratteristiche delle mura esistenti, o più in generale del sito, costituisce il passaggio preliminare alla progettazione. Osservazione, misura e scelte strategiche si compiono in questo momento per essere poi trasferite nel disegno di progetto che, esito della combinazione di modelli collaudati, viene adattato alla topografia e diviene architettura militare. A partire dal Cinquecento, infatti, per i trattatisti

il disegno delle nuove fortificazioni può essere razionalizzato attraverso la matematica e le sue relazioni logiche e numeriche, che collegano le forme alla geometria e alla traiettoria di tiro. A questo scopo si pubblicano i classici della geometria e della meccanica e gli scritti di autori antichi di arte militare, tra i quali il trattato di Vitruvio, nelle numerose riedizioni critiche del testo, il cui decimo libro era dedicato alle fortificazioni, alle macchine d'assedio e ad altri aspetti connessi con la guerra.

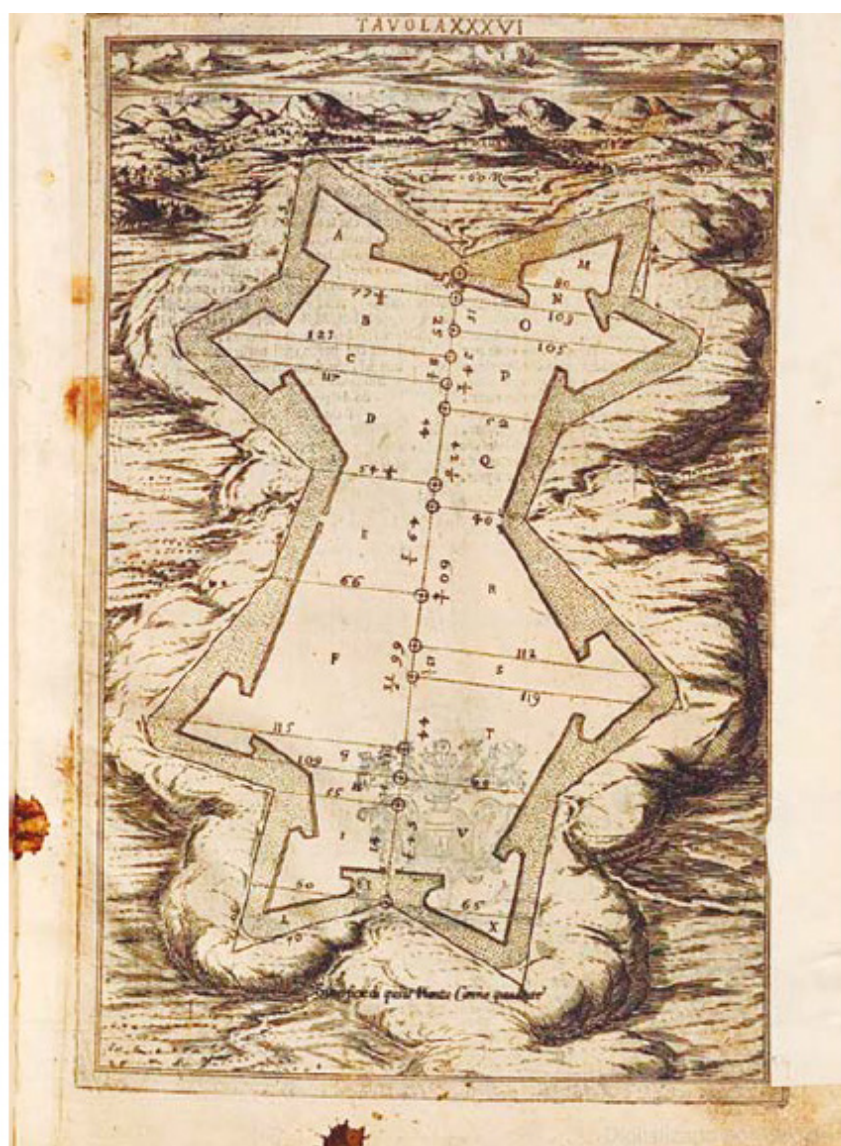


Fig. 129. Tavola XXXVI, «Si dimostra in questa tauola, come, che non solo gli Agrimensori, Muratori, Architetti & altri simili, ma che ancora gli Soldati, Ingegneri, & gl'istessi Capitani hanno bisogno dell'Arithmetica, & Geometria (...) perche quando non solo in figure regolari, ma ancora nelle irregolari facesse bisogno di pigliar la pianta di una fortezza, per saper la superficie di quella, sarebbe necessario linearui dentro gli scompartimenti, come qui per questa tauola si vede esser fatto (...)», in "Geometria pratica tratta Dagl'Elementi d'Euclide et altri Autori Da Gioianni Pomodoro Venetiano Mathematico eccellentissimo descritta et Dichiarata da Gioianni" pubblicata in Alicia Cámara Muñoz y Bernardo Revuelta Pol, 2020.

2.1 I trattati

I trattati hanno costituito, anche grazie alla diffusione della stampa, un riferimento imprescindibile per i tecnici militari e rappresentano oggi un'interessante risorsa per gli studiosi di queste architetture. Sintesi e patrimonio dell'attività di un singolo ingegnere militare o raccolta di metodi, strumenti e applicazioni concrete noti al trattatista, si caratterizzano per la ricchezza di modelli grafici e indicazioni relative a tecnica costruttiva, metodi di rappresentazione, tracciamento e progetto delle opere di difesa urbana e territoriale. All'interno dei diversi argomenti, la geometria ricopre un ruolo di primissimo piano. L'importanza della Geometria è sottolineata da Giacomo Lanteri⁷⁸ nel trattato dal titolo "Due dialoghi del modo di disegnare piante delle fortezze secondo Euclide, et del modo di comporre i modelli e porre in disegno le piante delle città", edito nel 1557: "La prima cosa, ch'è a colui che si uole dilettere delle fortificationi, fa mestiero; è la cognitione delle forme la quale non si puo in vero possedere, senza la Geometria". Il Lanteri descrive, per mezzo di due dialoghi ai quali partecipano Messer Girolamo Catanio Novarese (Girolamo Cataneo), Messer Francesco Trevisi ingegnere veronese e Messer Giulio, un giovane bresciano, i procedimenti attraverso i quali disegnare le piante delle fortezze e delle città e comporre i modelli. I dialoghi, avvenuti nel 1555, descrivono tali procedimenti basati sulla geometria euclidea, con i quali l'autore si propone di dimostrare come attraverso la scienza si ricercano le soluzioni e le forme con cui fortificare un sito o una città, come si mostra nel trattato a pag. 29 (fig.130).

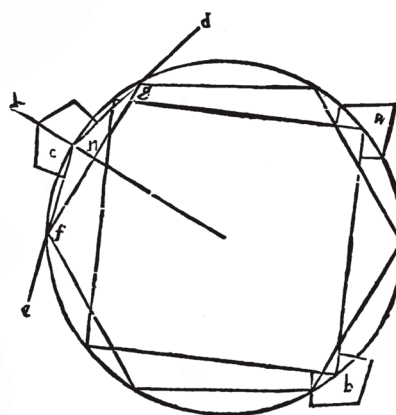


Fig. 130. Si dimostra graficamente che un poligono di 12 lati si avvicina maggiormente al cerchio di quanto passa fare il quadrato o l'esagono, determinando angoli maggiormente ottusi che conducono ad una soluzione ideale che offre una maggiore area disponibile per la movimentazione e il posizionamento delle artiglierie.

Il Lanteri si esprime anche sull'utilità dei baluardi tondi (fig.131), caratteristici della prima metà del Cinquecento e ben presto superati⁷⁹ da forme pentagonali o comunque poligonali: "...su i baluardi tondi... Inutilissimi per me gli tengo à giorni nostri, e di gran lunga peggiori de i rettilinei. Perché (come sapete) l'artiglieria giuoca diritto. Et perciò sendo i baluardi tondi, ne segue che vi rimanga una parte impossibile da essere difesa, la onde potrebbe colui che tentasse d'accamparsi d'intorno a una fortezza che avesse i beluardi di tale maniera, sempre haver qualche luogo dove appoggiarsi alle mura, e quindi tentare qualche esito all'intendimento suo".... ed ancora sull'utilizzo di torri tonde tra i baluardi... "voi no m'allegarete la opinione d'alcuni architetti goffi quali usano di mettere certi torroncini tondi per difesa de i baluardi i quali più tosto apportano danno che utile, à chi gli usa di porre nelle fortezze, ovvero a chi lascia quelli in luogo che si voglia fortificare". Per concludere con: "Accomodatela adunque come volete, ch'egli è impossibile, che siano difesi i beluardi, se non sono rettilinei". La dimostrazione grafica della presenza di "zone morte" nelle quali l'attaccante può sfuggire al tiro delle artiglierie, è seguita dalla tavola (fig.132) che mostra la soluzione corretta ed il tracciamento del baluardo accompagnato dall'indicazione delle dimensioni, in passi, degli elementi che lo compongono (fig.133) e la precisazione che: "Voi dovete sapere, che se l'angolo d'un beluardo fosse maggiore dell'interiore, sarebbe impossibile che si potesse guardare le facce di detto baluardo per via ordinaria, come s'usa nelle fortezze per le ragioni che vi dirò (Francesco Trevisi)... e quanto siano gli angoli de i beluardi più ottusi, tanto siano più forti de i meno ottusi (Girolamo Cataneo)... quanto (le cannoniere) si discosteranno dal detto concorso".

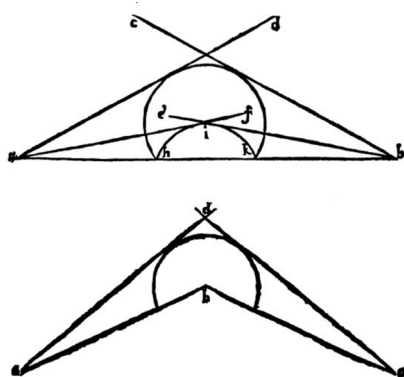


Fig. 131. Dimostrazione della scarsa utilità dei baluardi tondi (da Lanteri 1557, p. 37).

Andrea Pirinu

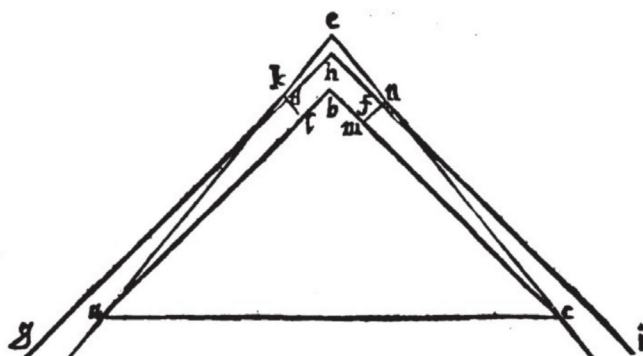


Fig. 132. Tracciamento della faccia del baluardo (da Lanteri 1557, pag. 24).

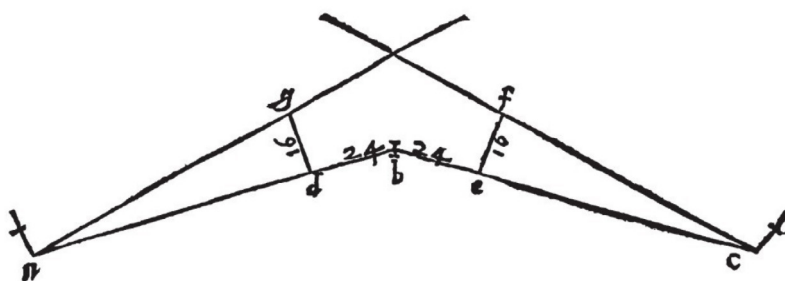


Fig. 133. Dimensioni, in passi, di un baluardo "reale".

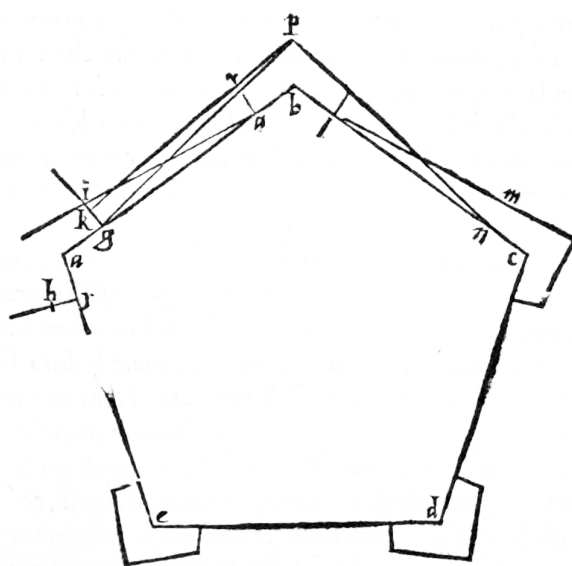


Fig. 134. Costruzione grafica di una cittadella pentagonale.

Le costruzioni geometriche rigorose e gli schemi simmetrici proposti nel trattato conducono alla definizione di modelli ampiamente utilizzati nella progettazione delle architetture militari dell'epoca. Significativo è l'esempio della cinta muraria con sei bastioni (fig. 135) riconoscibile nella soluzione ideata da Antonio da Sangallo e Pierfrancesco da Viterbo per la Fortezza da Basso e riproposta nel corso del Cinquecento in diversi siti fortificati.

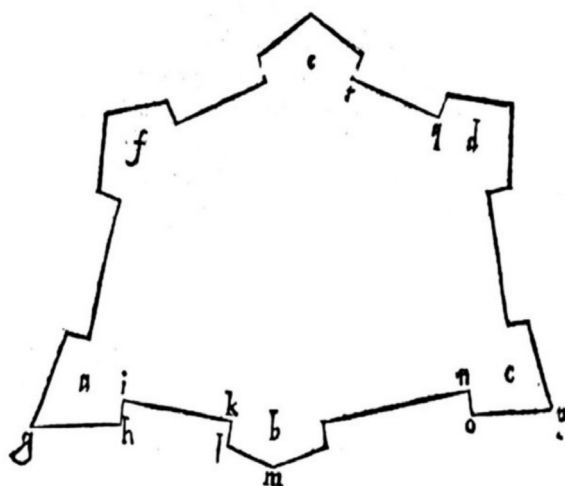


Fig. 135. Città fortificata o cittadella con sei bastioni (da Lanteri, pag. 59).

Disegno/progetto e tracciamento sono operazioni fortemente correlate e all'interno del trattato i temi del tracciamento, in fase di progetto e in fase di realizzazione dell'opera, sono centrali (fig. 136). L'esempio proposto dall'autore ha ad oggetto un forte impostato su base quadrata con quattro baluardi collocati nei vertici. La costruzione geometrica procede secondo linee orientate che impiegano, come da consuetudine, la bussola e il compasso, strumento per eccellenza dell'ingegnere militare e del cartografo.

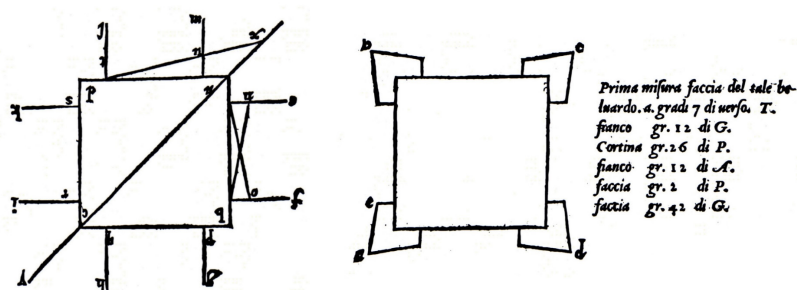


Fig. 136. Tracciamento della pianta di una fortezza di 4 angoli con indicazione dell'orientamento degli elementi che definiscono il progetto (da Lanteri 1557, pagg. 81, 84).

Un altro esperto dell'arte militare e trattatista è Girolamo Cataneo, già citato nel trattato del Lanteri. Egli realizza a sua volta diverse opere tra le quali, nel 1571, il trattato dal titolo "Nuovo ragionamento del fabricare le fortezze" e, in seguito, il trattato dal titolo "Dell'Arte militare, libri cinque, ne' quali si tratta il modo di fortificare, offendere et diffendere una fortezza", edito nel 1584 e nel 1608.

Le opere descritte e proposte nel trattato derivano principalmente dalle conoscenze matematiche e dall'esperienza dell'autore che individua, come requisito indispensabile del progettista, la capacità di dialogare con la geometria (la quale comprende, ad esempio, il saper governare agevolmente la costruzione di angoli e la proporzione tra i segmenti). Ancora una volta la geometria è al centro del tema e illustrata attraverso schemi grafici bidimensionali (figg.137-141) e tridimensionali (fig.142), dei quali l'autore spiega come realizzare un disegno sviluppato attraverso linee e archi di cerchio, con e senza inchiostro, "sopra un foglio di carta".

Scelta tra soluzioni formali differenti, profili ed esplosi assonometrici, che mostrano le diverse fasi costruttive, completano il repertorio grafico.

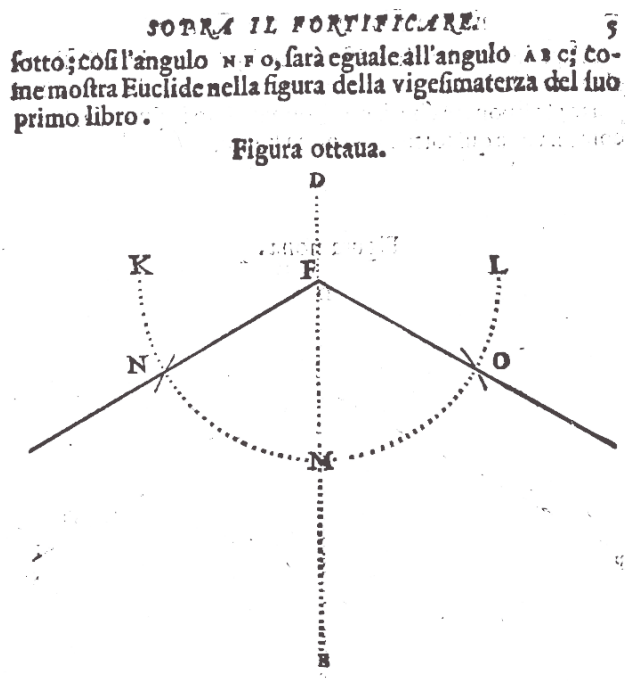


Fig. 137. Tracciamento del baluardo (Cataneo 1571, p.5).

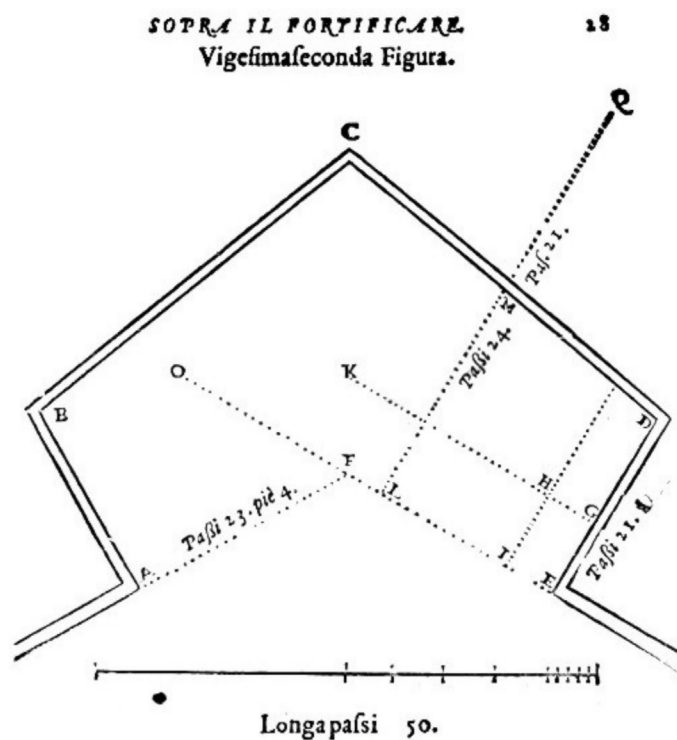


Fig. 138. Costruzione geometrica di un baluardo pentagonale (Cataneo 1571, p.28).

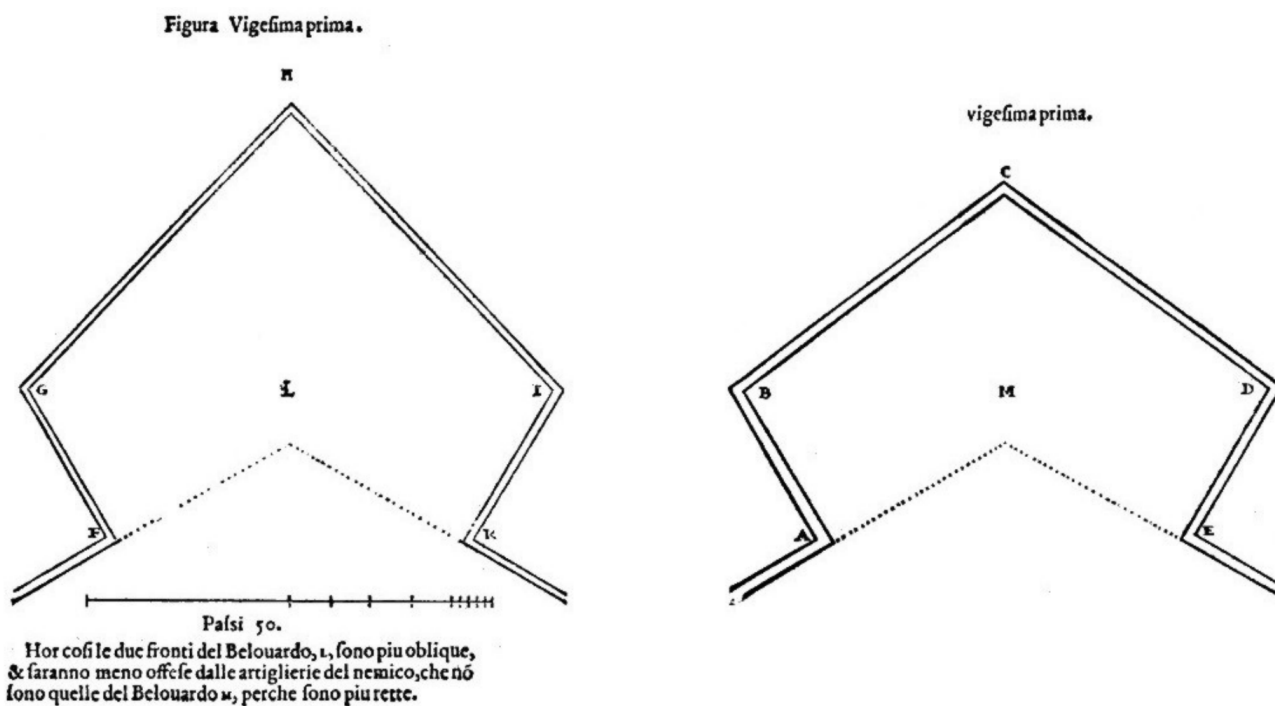


Fig. 139. Disegno di un baluardo (da Cataneo 1571, p. 25) nel quale si indica la soluzione progettuale da adottare (L), con le facce più oblique rispetto alla soluzione (M), tali da essere meno offese dalle artiglierie del nemico.

Andrea Pirinu

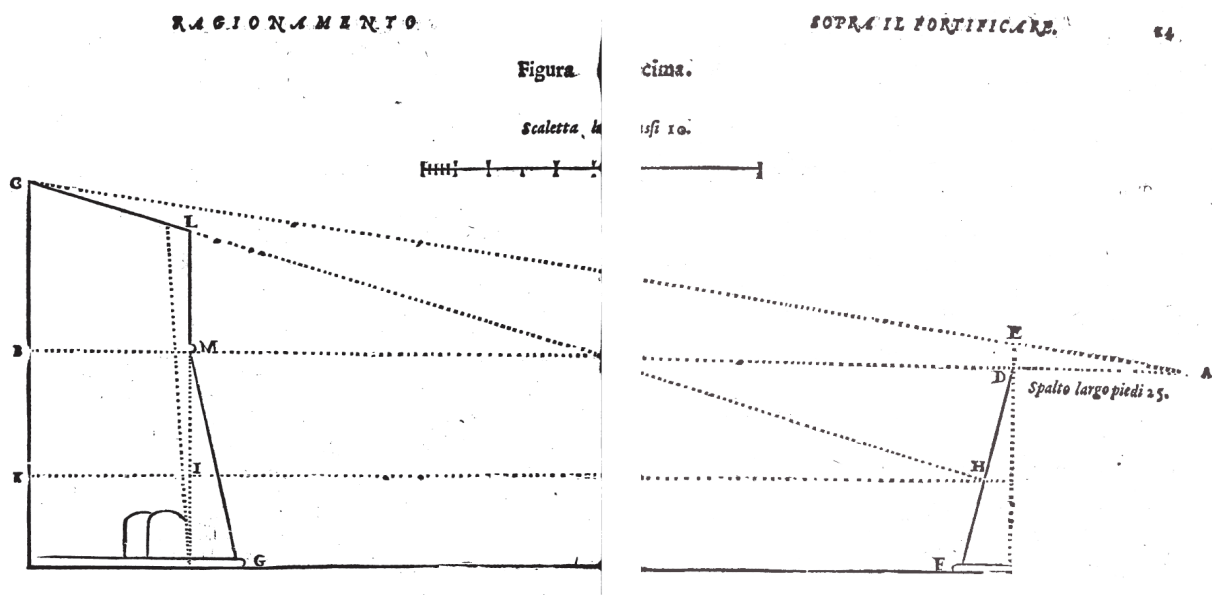


Fig. 140. Tracciamento e dimensionamento del profilo di una fortificazione.

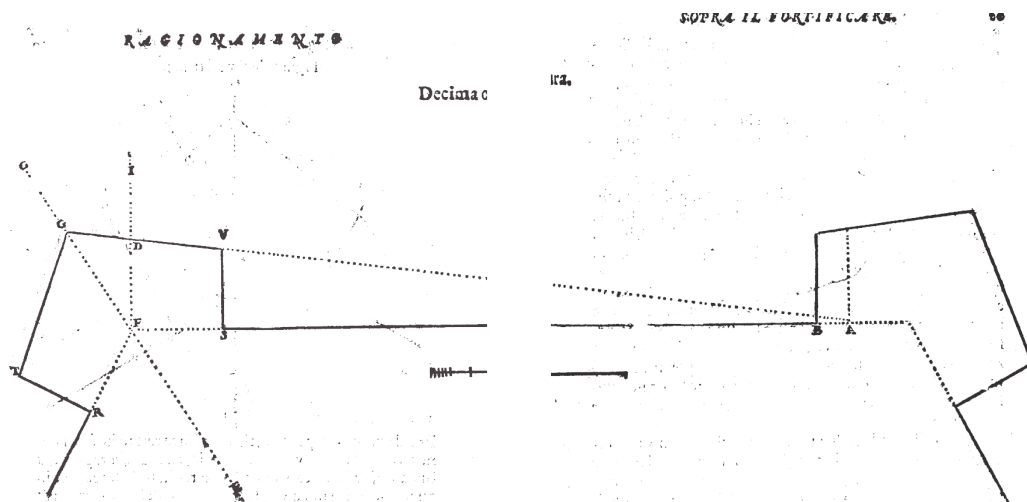


Fig. 141. Tracciamento di un tratto di fortificazione.

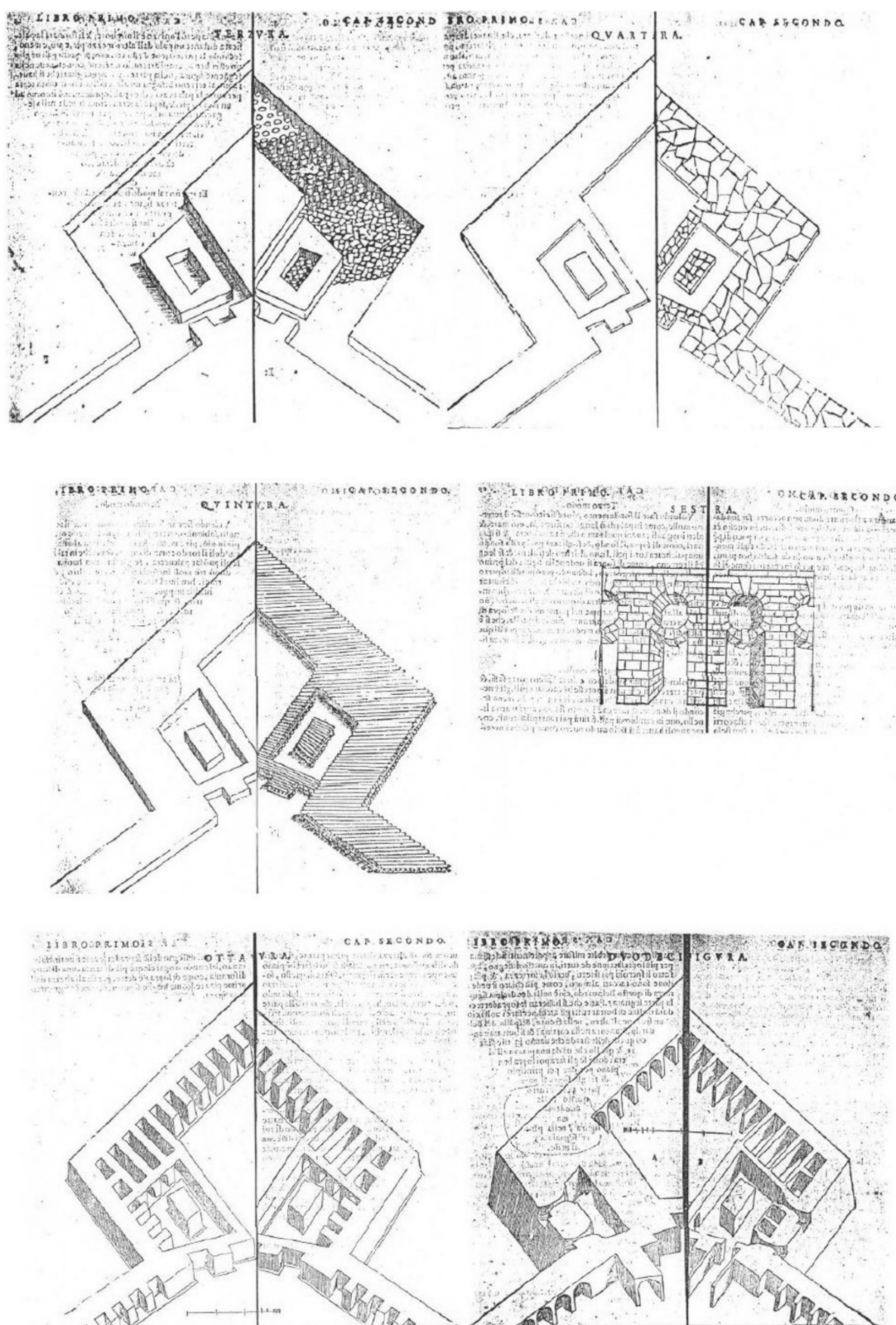


Fig. 142. Descrizione delle fasi costruttive (livelli) di un bastione pentagonale e rappresentazione della tecnica costruttiva adottata per la costruzione delle strutture murarie a sostegno del terrapieno. (Cataneo G. 1608, pp. 24-28).

Andrea Pirinu

Il testo di Pietro Cataneo, autore di “I quattro primi libri di architettura” (1554), tratta ancora indistintamente di opere civili e di difesa (fig. 143). Tra gli autori di trattati specialistici di architettura militare possiamo citare senz’altro Giovanni Battista Antonelli (Gatteo, 1527 – Toledo, 1588), autore degli “Epitomi delle Fortificationi Moderne” (1560–1561) e Cristobal de Rojas, autore di diversi trattati tra la fine del Cinquecento e l’inizio del Seicento, tra i quali “Teoría y práctca de fortificación, conforme las medidas y defensas destos tiempos (Madrid, 1598) un compendio dei suoi insegnamenti presso la Academia de Matemáticas de Madrid fondata da Juan de Herrera” (fig. 144).

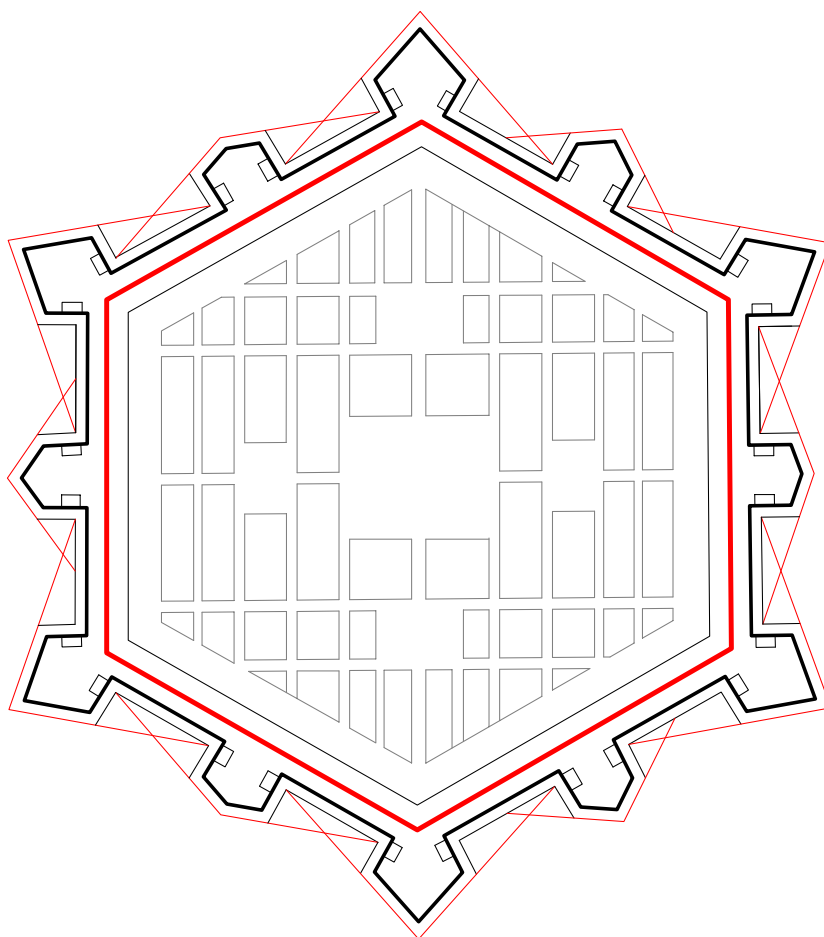


Fig. 143. Pietro Cataneo – cittadella esagonale con dodici baluardi. Da “I quattro primi libri di architettura di Pietro Cataneo senese”... : nel primo de’ quali si dimostrano le buone qualità de’ siti, per l’edificazioni delle città & castella, sotto diuersi disegni : nel secondo, quanto si aspetta alla materia per la fabrica : nel terzo si veggono varie maniere di tempj, & di che forma si conuenga fare il principale della città & dalle loro piante, come ancora dalle piante della città & castella ne sono tirati gli alzati per ordine di prospettiva : nel quarto si dimostrano per diuerso piante l’ordine di piu palazzi & casamenti, uenendo dal palazzo regale & signorile, come di honorato gentiluomo, sino alle case di persone priuate. Rielaborazione grafica.

Un ulteriore testo di riferimento per i tecnici militari che operano nella seconda metà del Cinquecento è il trattato realizzato da Girolamo Maggi e Jacopo Fusto Castriotto, autori di diversa formazione, consegnato alle stampe dal Maggi nel 1564, un anno dopo la morte del Capitano Castriotto, e riprodotto nella successiva edizione del 1583-84, immutata nei contenuti e nelle illustrazioni. L'opera, nella quale confluiscono l'esperienza dei due autori e le indicazioni di numerosi altri esperti, si compone di tre libri che affrontano le questioni urbanistiche, le opere militari in generale (fig. 145) e le fortificazioni d'acqua. A quest'opera fa seguito quella realizzata da Francesco de Marchi. Il suo trattato "Della architettura militare", edito a Brescia nel 1599, è definito il più grande raccoglitore di piante di città fortificate⁸⁰. Lo schema geometrico governa l'intero progetto: dalla forma del circuito alla scansione interna della maglia stradale (fig. 146). Nel disegno della fortificazione, una volta risolti i problemi difensivi, secondo una casistica praticamente indefinita di condizionamenti e adattamenti, la scansione interna degli spazi pubblici e privati ne scaturisce con naturalezza. Il progetto interno (ridotto alla definizione della maglia stradale ad una griglia risultato dell'incrocio di strade e piazze) viene non tanto trascurato, quanto posposto e ridotto a puro schema, atto a far funzionare nel migliore dei modi la macchina da guerra, e solo secondariamente suscettibile, a sua volta, di approfondimenti. Chiude la rassegna, non certo esaustiva ma rappresentativa del legame tra geometria, disegno di progetto e tracciamento delle fortificazioni moderne (figg. 147-151), l'opera di Galeazzo Alghisi⁸¹. Architetto e ingegnere civile, militare e idraulico, nasce a Carpi nel 1523 e muore a Ferrara nel 1573. Fu a servizio di Alfonso II d'Este a Ferrara e lavora a Roma al piano delle fortificazioni con gli ingegneri militari Girolamo Maggi e Iacomo Castriotto, a Palazzo Farnese con Antonio da Sangallo il Giovane e alle mura urbane al tempo di Papa Paolo III. Nel 1570 Alghisi pubblica a Venezia un trattato in tre libri dal titolo "Delle Fortificationi", nel quale descrive un sistema tanagliato completo, che precorre quelli di Landsberg (XVII secolo) e Montalembert (XVIII secolo). I trattati precisano, oltre alla geometria del forte o della cittadella, anche le caratteristiche architettoniche e tecnico costruttive delle singole parti che compongono l'opera. Uno tra tutti, il trattato del Maggi e del Castriotto (fig. 152), il quale descrive la struttura del corpo bastionato, costituita da setti non ammorsati alla camicia esterna e collegati da volte a sostegno di un terrapieno in terra armata (fascine di legame), e le forme architettoniche dei singoli elementi quali i parapetti inclinati (figg. 153-156).

Andrea Pirinu

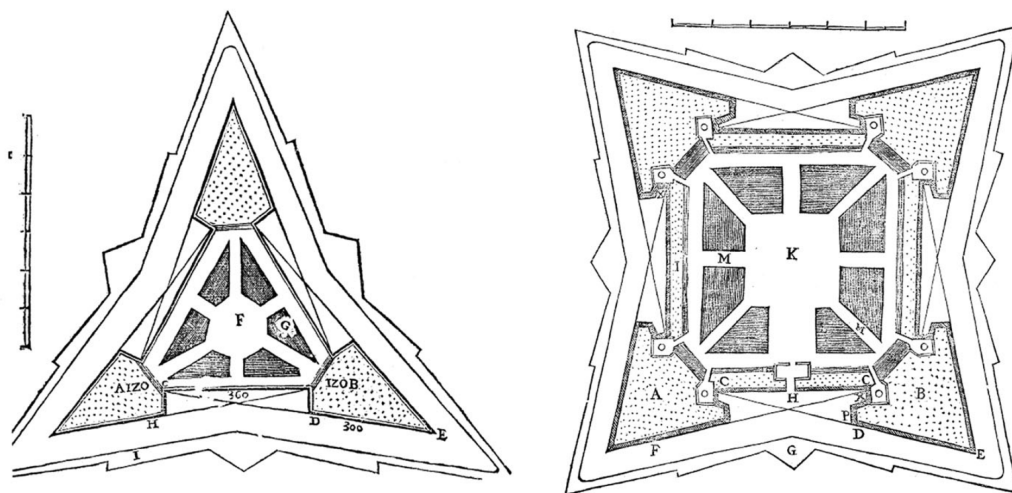


Fig. 144. Modelli di fortezze triangolari e quadrate (da De Rojas 1598).

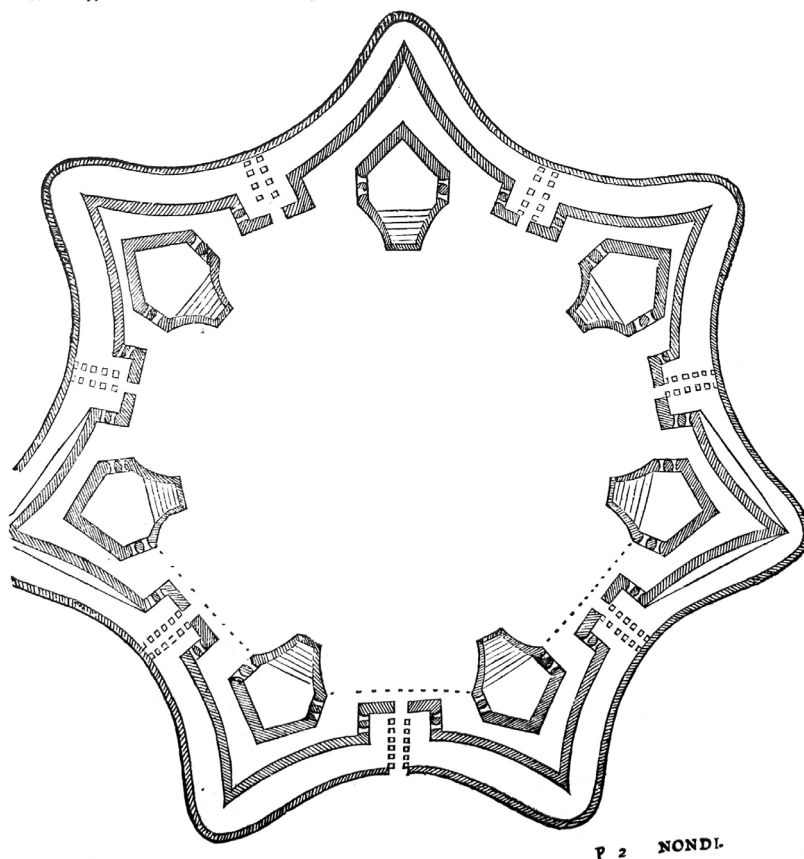


Fig. 145. De Rojas 1598. Libro secondo. Nuovo modo di fortificare un rettangolo col fargli le cortine sinuose, & a foggia di luna, senza Balluardi, ma le Piatteforme roverse in mezzo, e con li Cavalieri a gli angoli. Cap. XVII (De Rojas 1598).

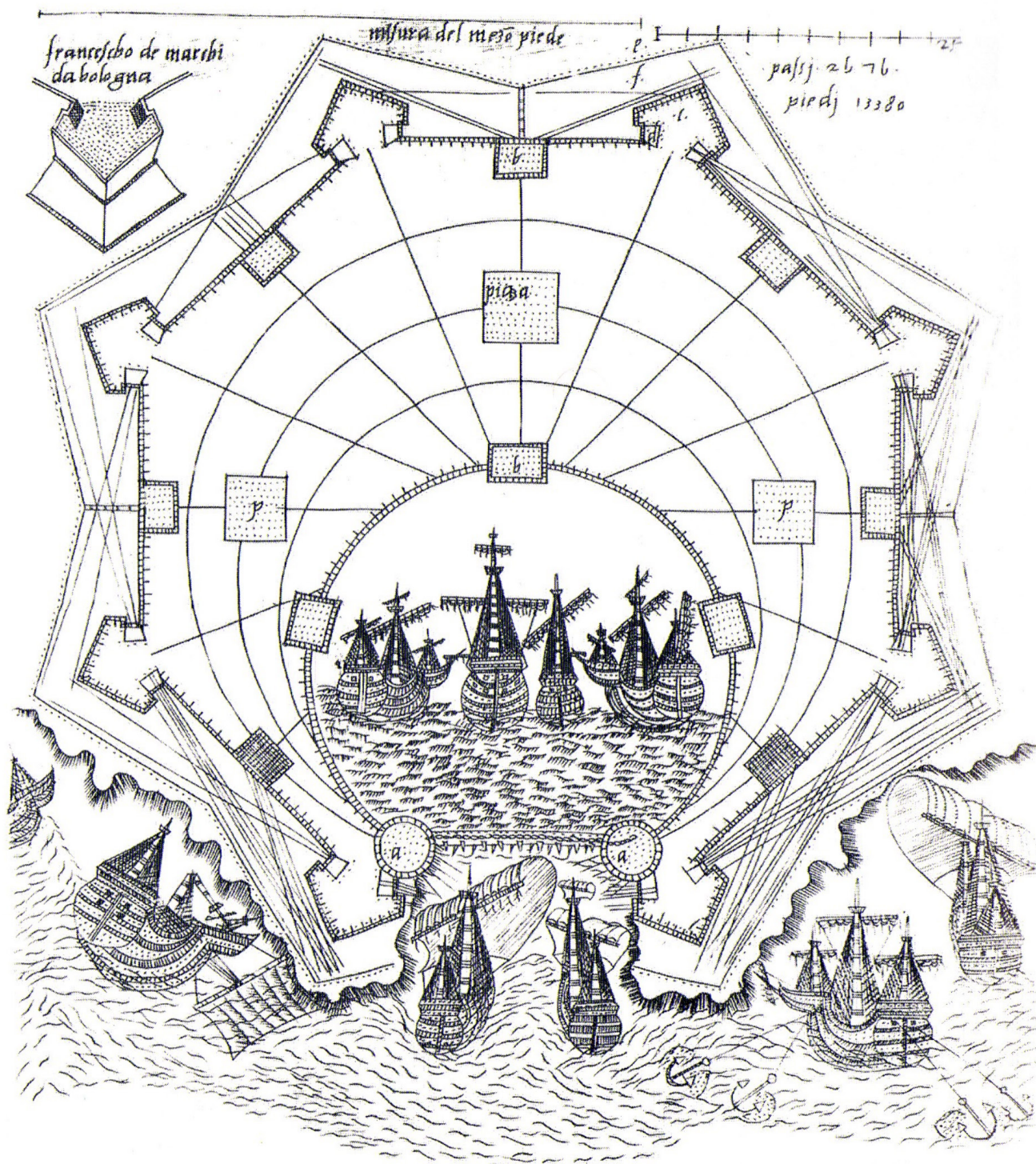


Fig. 146. Disegni di Francesco de Marchi facenti parte del manoscritto conservato presso la Biblioteca dell'Escorial di Madrid (da Robotti 2004).

Andrea Pirinu

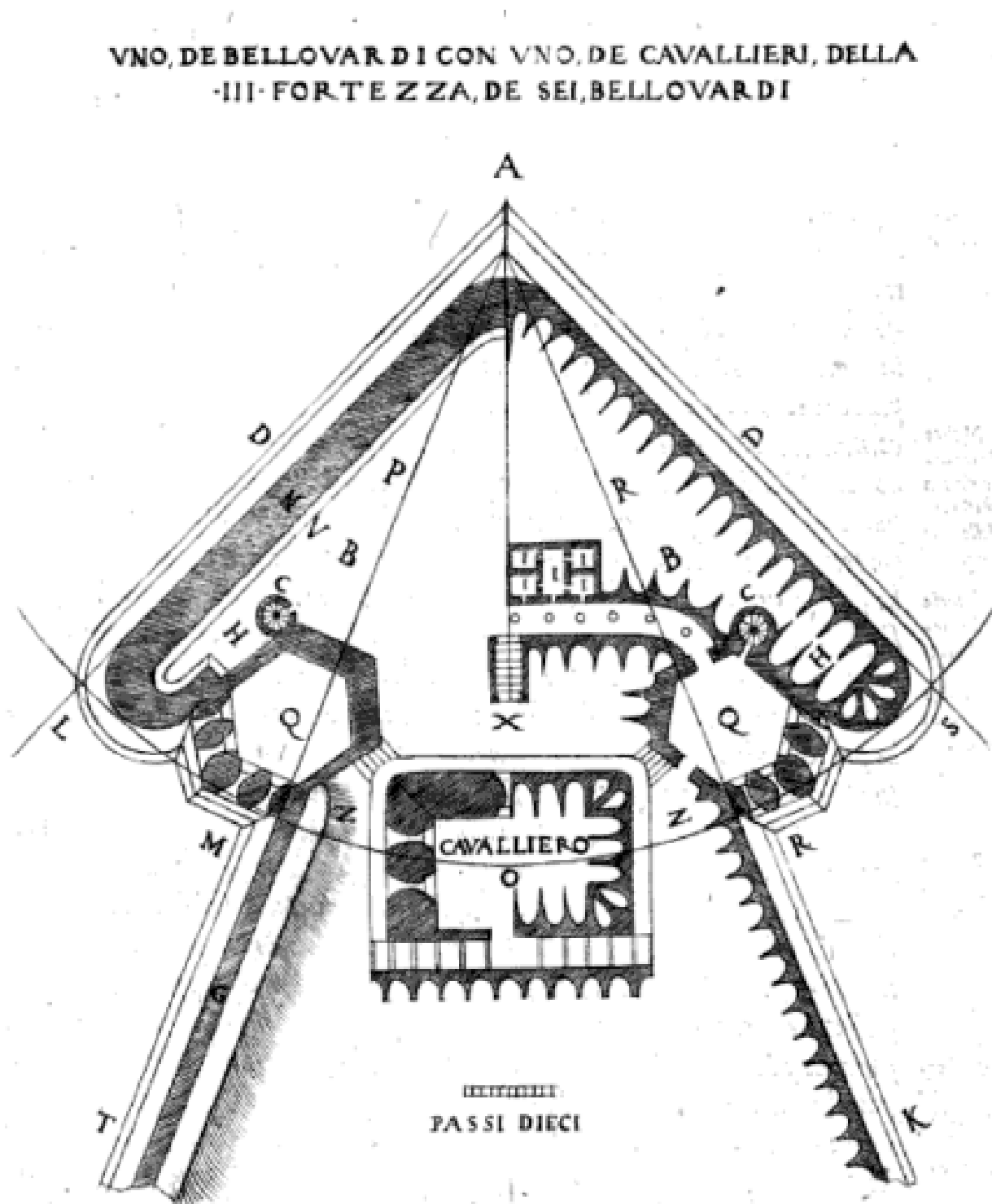


Fig. 147. Disegno di un baluardo (da Alghisi 1570).

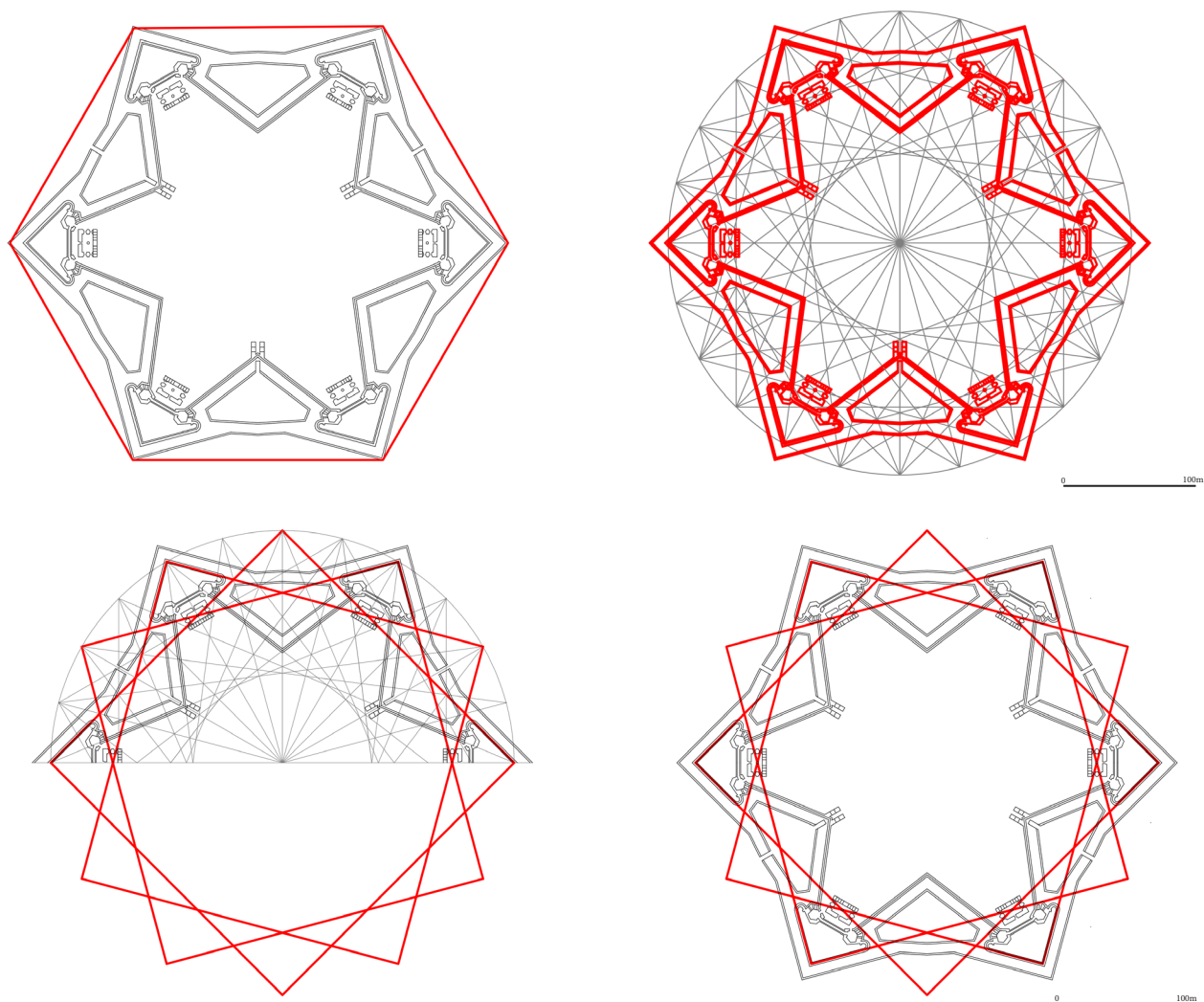


Fig. 148. Trattato dell'Alghisi: geometria e tracciamento della fortezza esagonale con sei baluardi, ripiegamento delle cortine e cavalieri. Rielaborazione grafica.

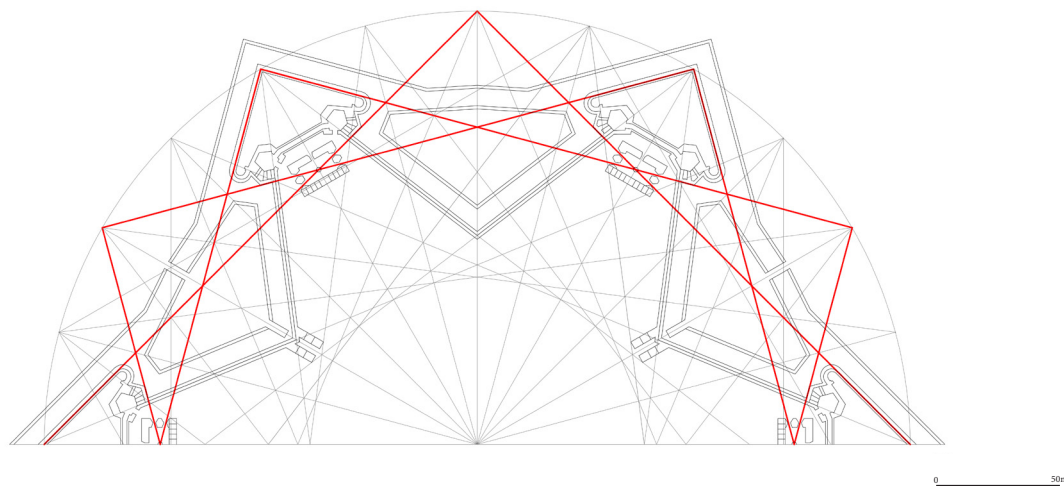


Fig. 149. Trattato dell'Alghisi: disegno del baluardo e posizione del cavaliere. Rielaborazione grafica.

Andrea Pirinu

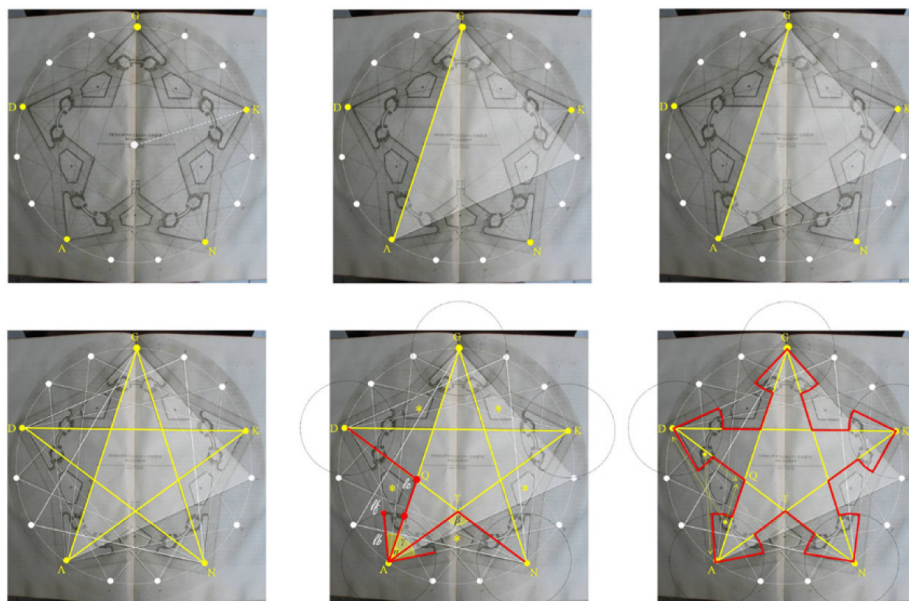


Fig. 150. Restituzione grafica dell'analisi relativa alla configurazione geometrica del profilo planimetrico della prima fortezza di cinque baluardi. In ordine: circonferenza e sua suddivisione in parti uguali; determinazione del triangolo scaleno generatore; caratteristiche geometriche del triangolo scaleno; determinazione geometrica delle direzioni e dell'ampiezza degli angoli acuti (α) e ottusi (β) delle cortine e degli angoli dei baluardi; determinazione delle lunghezze delle facce delle cortine (lc), dei baluardi (lb) e dei fianchi (lf); determinazione della forma compiuta e verifica funzionale dei tiri dell'artiglieria dalle cannoniere situate nei fianchi dei baluardi (disegni di O. Zerlenga).

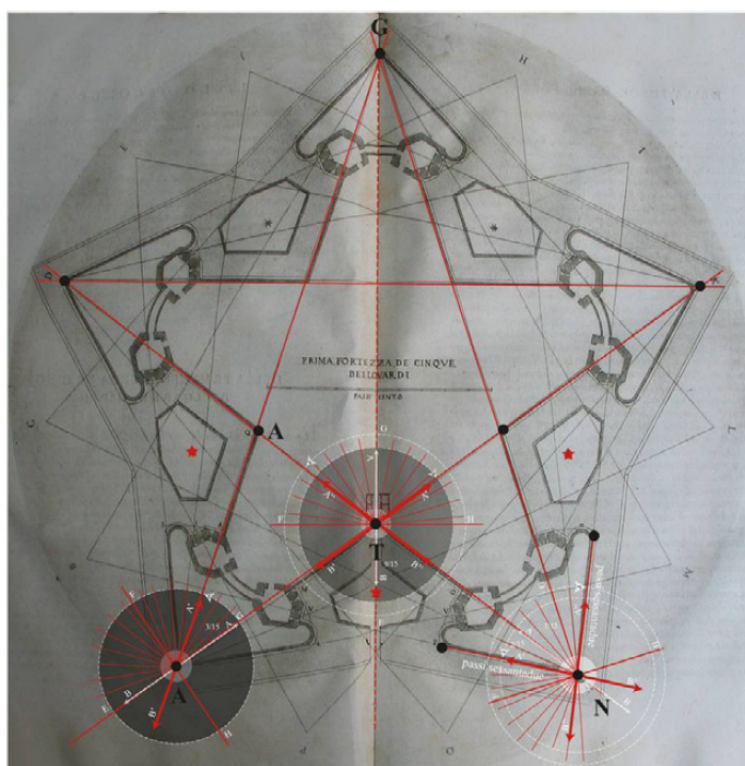


Fig. 151. Rappresentazione di sintesi delle fasi di messa in opera dell'Istromento per disegnare in terra con misura e proporzione la prima fortezza di cinque baluardi essendo noti dal disegno in carta l'ampiezza degli angoli acuti (α) e ottusi (β) delle cortine e degli angoli (γ) dei baluardi (disegno di A. Cirafici).

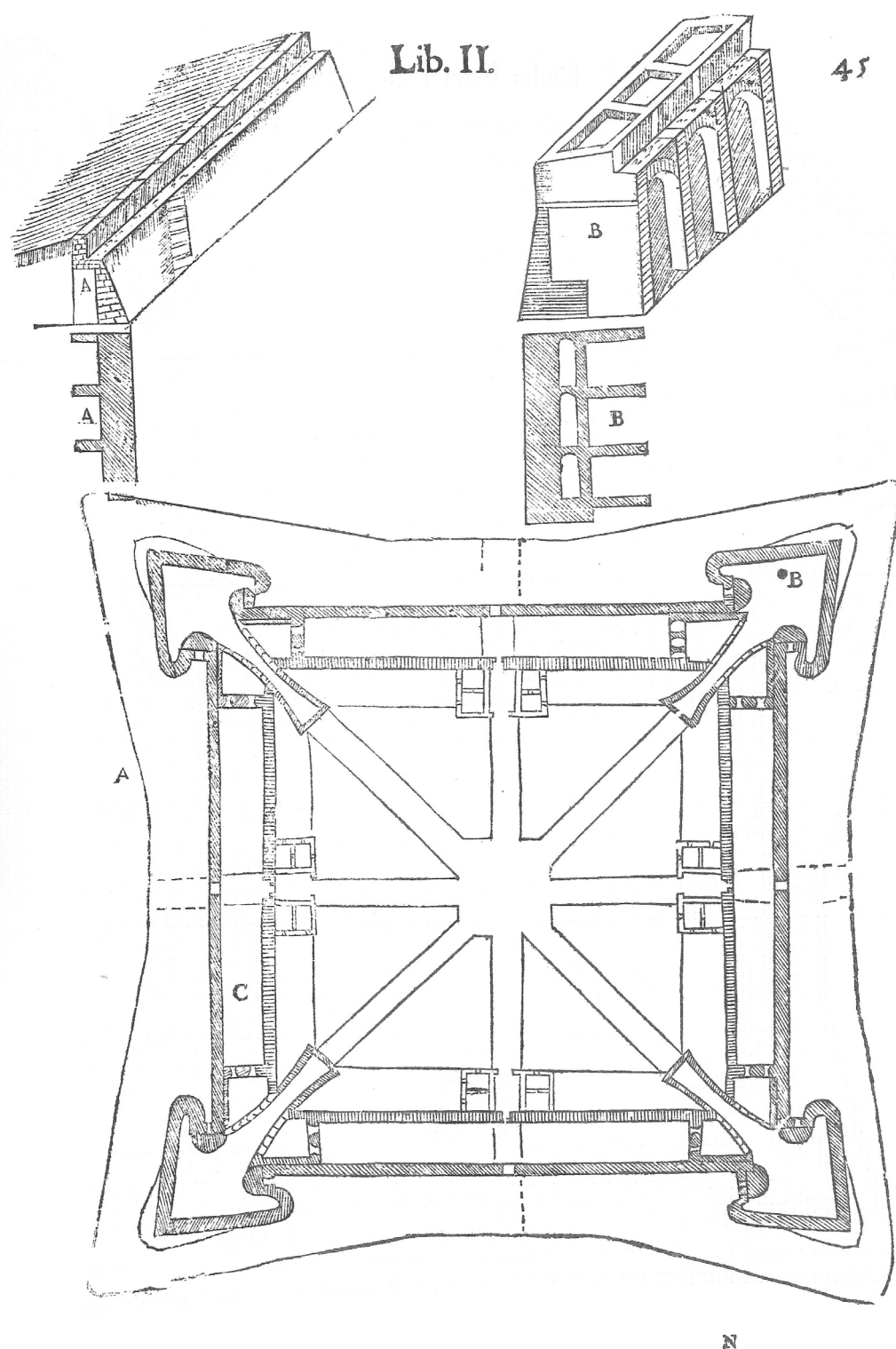


Fig. 152. Della fortificatione delle città 1564. Della fortificatione di un sito quadro, con doppia difesa, e co Cavalieri vicini a' Balluardi. Lib.II, Cap. VII (Maggi e Castriotto 1564).

Andrea Pirinu

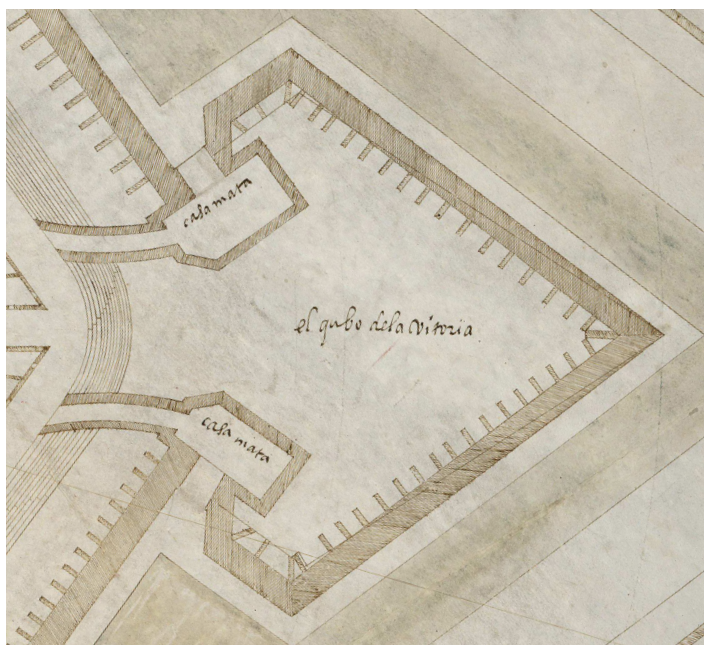


Fig. 153. Cittadella di Pamplona. Struttura muraria non ammorsata (AGS, MPD, 09, 069).



Fig. 154. Strutture murarie a sostegno del terrapieno nel bastione della Maddalena ad Alghero (2016).



Fig. 155. Mura di Volterra. Parapetto inclinato (2011).



Fig. 156. Parapetto inclinato nelle mura di Pesaro e nel bastione di Santa Croce a Cagliari (2023).



2.2 Gli specialisti dell'arte di "fabbricar fortezze"

Albrecht Dürer, Leon Battista Alberti, Leonardo da Vinci e Michelangelo, Francesco di Giorgio Martini, i Sangallo, Pedro Luis Escrivà, Michele Sanmicheli, Baldassarre Peruzzi, Giomaria Olgiati, Giovan Battista Calvi e Francesco Paciotto (Urbino 1521-1591): questi sono alcuni dei nomi, attivi tra la seconda metà del Quattrocento e la prima metà del Cinquecento, che hanno influenzato l'intero panorama progettuale del XVI secolo.

Nella seconda metà del Cinquecento, invece, sono i nomi di Giovan Giacomo e Giorgio Paleari Fratinò, Tiburzio Spannocchi e Cristobal De Rojas.

L'elenco degli specialisti che con la loro opera hanno tracciato lo sviluppo della fortificazione "alla moderna" è certamente ben più ampio; tuttavia, sono questi i nomi più frequentemente associati alle più importanti opere di fortificazione del Mediterraneo spagnolo e delle coste del Portogallo.

Le cronache riportano di incontri, scontri, collaborazioni e scuole che caratterizzano il rapporto tra gli ingegneri militari al servizio dei sovrani europei. Così sono ampiamente documentati gli incontri tra Leonardo e Francesco di Giorgio Martini e l'influenza di Leonardo e dello stesso Francesco di Giorgio sugli interventi di adeguamento delle fortificazioni del meridione d'Italia; inoltre sono noti i contrasti tra Jacopo Paleari e Giovan Battista Antonelli⁸² ed è accertata l'influenza di Francesco Paciotto sul disegno delle cittadelle di Pamplona⁸³, Jaca e Parma sul modello di Torino e Anversa, entrambe opera del maestro urbinato. Sono pertanto riconoscibili le scuole e le soluzioni formali adottate nei cantieri dell'epoca: la cortina ripiegata adottata da Antonio da Sangallo a Roma (1537) per il progetto del bastione ardeatino, ad esempio, è presente nel disegno della cittadella di Rosas (1552) ideato da Giovan Battista Calvi, suo allievo. Lo stesso G.B. Calvi, ingegnere di fiducia di Carlo V re di Spagna, propone per Piacenza (1547) e Rosas (1552) un modello di cittadella pentagonale che presenta forti affinità con la fortezza da Basso a Firenze (1534) progettata, come noto, da Antonio da Sangallo il giovane assieme a Pierfrancesco da Viterbo.

Gli ingegneri si formano sui campi di battaglia e sul campo acquisiscono i loro titoli guadagnando la fiducia del sovrano. Jacopo Paleari, El fratin, arruolato nel 1558 mentre combatte per i Francesi, riceve da Filippo II il titolo di ingegnere nel 1565 e va a sostituire Giovan Battista Calvi

nel ruolo di sovrintendente alle fortezze del Regno. Nel presidio della Goletta rivestirà la funzione di veedor, ossia di responsabile della supervisione del cantiere, dei calcoli, dei conteggi e delle paghe; infine, nel 1573 la nomina a capitano ordinario di fanteria, un ruolo che gli consente di gestire in prima persona il cantiere, reclutando maestranze, occupandosi degli appalti e dell'approvvigionamento dei materiali e spesso discutendo i progetti con Filippo II. Gli specialisti sono frequentemente chiamati ad esprimere un giudizio, individuale e talvolta all'interno di vere e proprie commissioni, sull'operato dei colleghi, o a valutare proposte progettuali. Il capitano fratin nel presidio della Goletta di Tunisi porta a compimento il disegno esaminato ed approvato da una commissione composta dal viceré di Sicilia don Garcia di Toledo, dagli ingegneri regi di Napoli (Tommaso Scala e Giacomo Lanteri, che accompagnava quest'ultimo) e da Gabrio Serbelloni.

Un altro interessante aspetto è il rapporto tra gli specialisti e la trattatistica militare. Emblematico è il caso dei fratelli Paleari, fortemente legati e "fedeli" al testo elaborato da Girolamo Maggi e dal capitano Iacomo Fusto Castriotto, dal titolo "Della fortificatione della città", edito a Venezia nel 1564.

L'utilizzo del trattato come riferimento progettuale è stato ampiamente verificato (Pirinu 2013 e seguenti) nell'analisi dei progetti e delle opere e nella rappresentazione grafica. Riveste grande interesse, e si prospetta come ulteriore approfondimento di ricerca, il legame tra i due autori del testo e i fratelli ticinesi. Questo legame potrebbe risalire alla formazione di Jacopo Paleari, che inizia la sua attività al servizio della Francia, stato europeo per il quale il capitano Castriotto presta servizio negli anni 50 del XVI secolo, come precisato nella copertina del trattato.

L'esito dell'attività progettuale di queste figure professionali è un'eredità di grande interesse e importanza architettonica e storico culturale.

Tra i casi studio dove geometria, disegno di progetto e tracciamento sono evidenti, si possono citare:

- Cittadella di Pamplona (J.Paleari, V.Gonzaga)
- Cittadella di Viana do Castelo e Ajaccio (J.Paleari)
- Cittadella di Peñíscola (J.Paleari, G.B.Antonelli)
- Fronte di terra di Alghero (G.Paleari)
- Forte dell'Aquila (P. L. Escrivà)
- Forte di Sant'Elmo (P. L. Escrivà)
- Palmanova (G. Savorgnan)

Andrea Pirinu

2.3 Il repertorio delle opere.

Cittadella di Pamplona (Jacopo Paleari, Vespasiano Gonzaga)

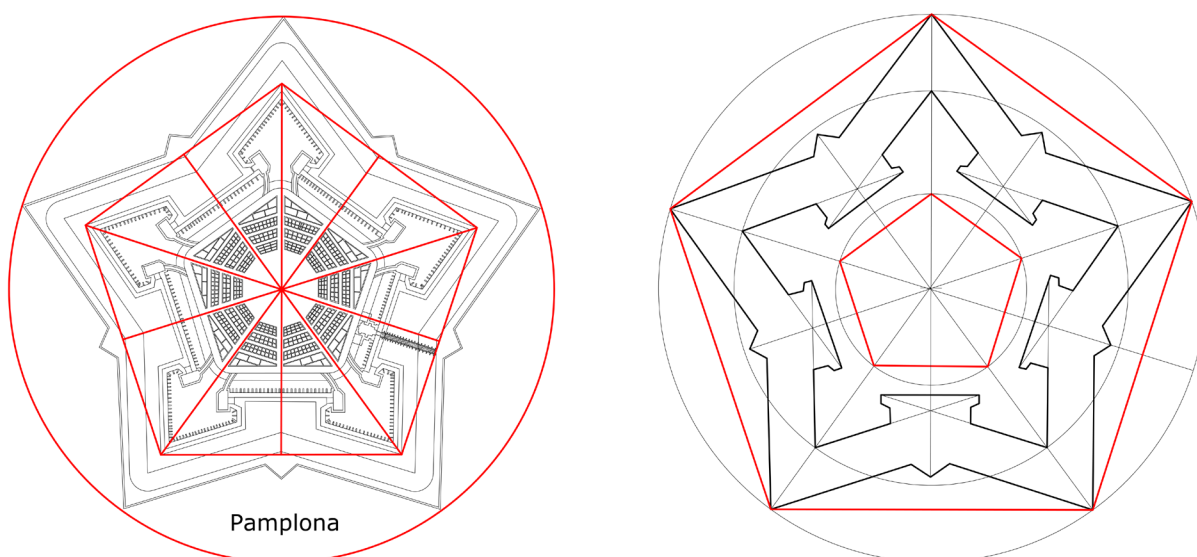


Fig. 157. Pentagono regolare per il disegno della cittadella di Pamplona (1571). Rielaborazione e analisi grafica del documento d'archivio.

Cittadella di Viana do Castelo e Ajaccio (Jacopo Paleari)

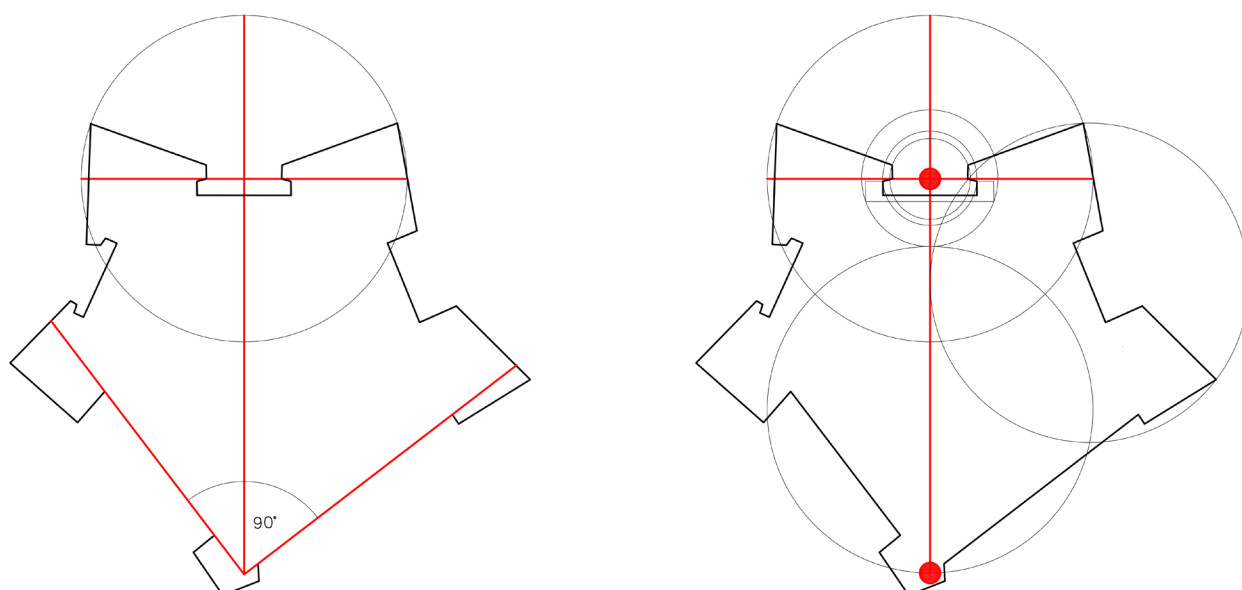


Fig. 158. Viana do Castelo. Tracciati regolatori e matrici progettuali. Rielaborazione e analisi grafica su base foto aerea.

Cittadella di Peñíscola (Jacopo Paleari, Giovan Battista Antonelli)

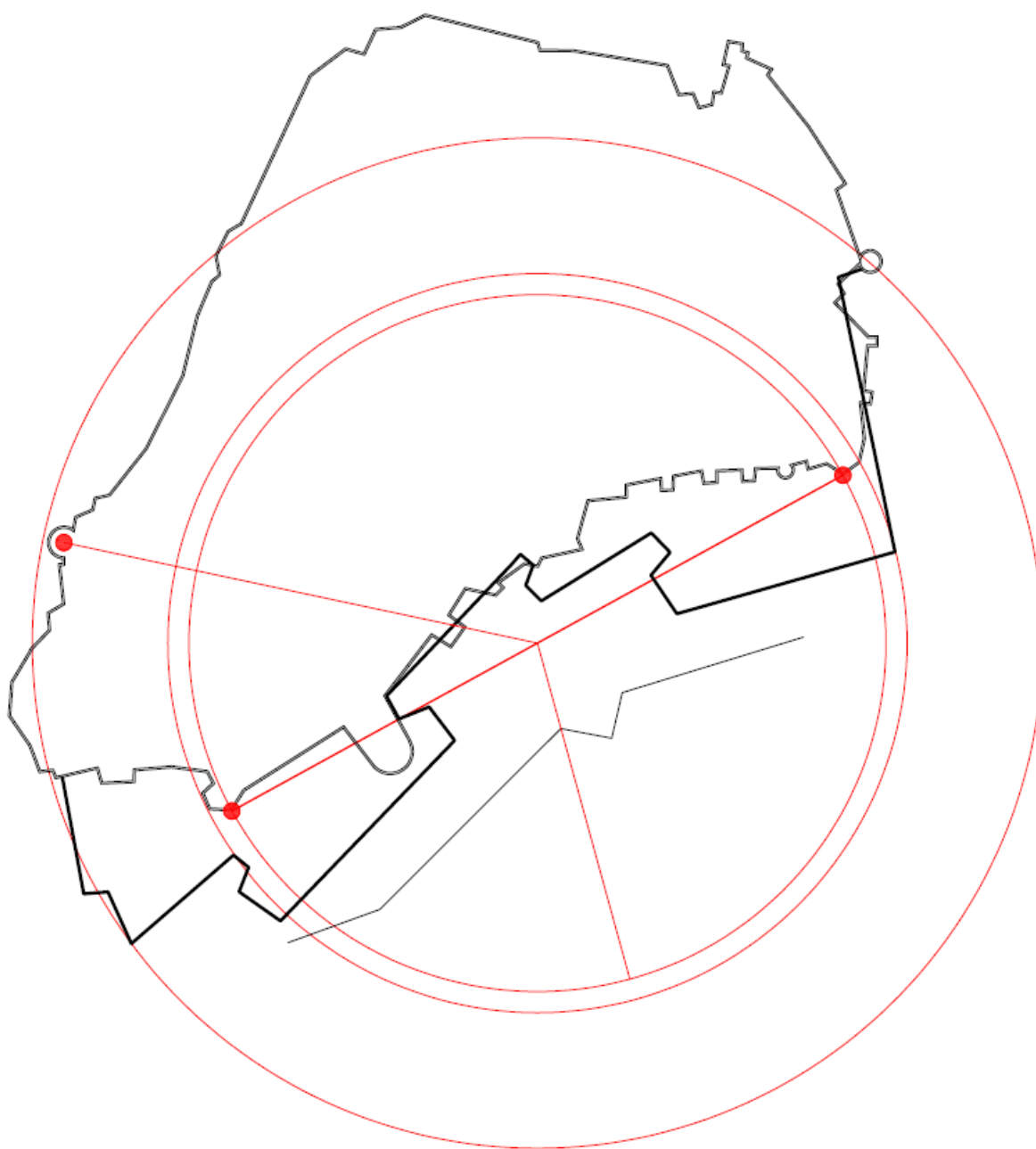


Fig. 159. Cittadella di Peñíscola in Spagna (tracciamento, geometria e linee di tiro). Rielaborazione e analisi grafica del documento d'archivio.

Andrea Pirinu

Fronte di terra di Alghero (Giorgio Paleari)



Fig. 160. Ampliamento del fronte di terra di Alghero proposto da Giorgio Paleari nel 1573. Rielaborazione e analisi grafica del documento d'archivio.

Forte dell'Aquila (Pedro Luis Escrivà)

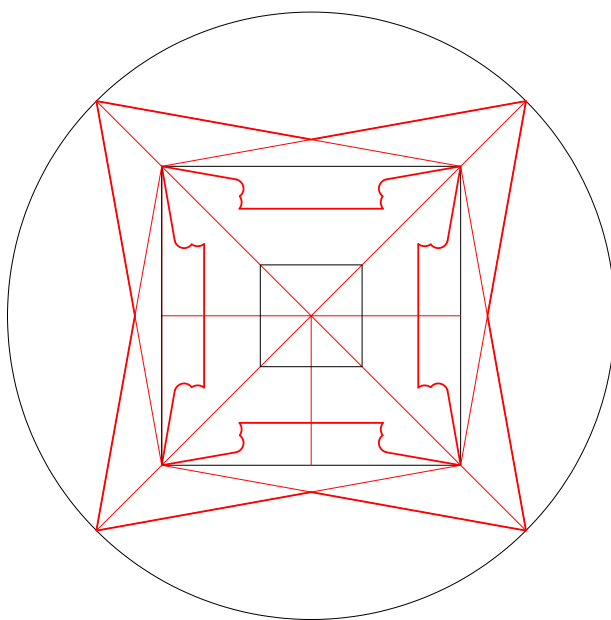


Fig. 161. Forte dell'Aquila. Individuazione delle matrici progettuali. Rielaborazione e analisi grafica su base fotografica aerea.

Forte di Bernia (Giovann Battista Antonelli)

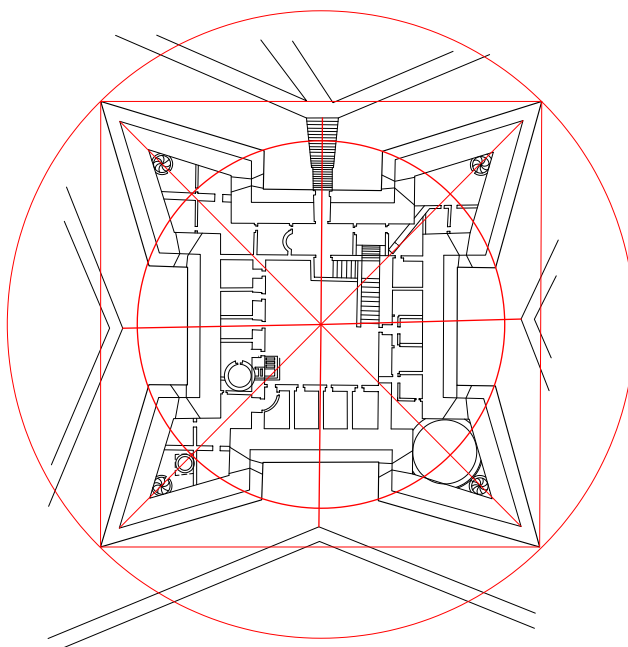


Fig. 162. Forte di Bernia. Individuazione delle matrici progettuali. Rielaborazione e analisi grafica del documento d'archivio.

Long Abstract

Fortresses and Military Citadels: The Importance of Geometry in Surveying, Project Design, and Tracing

The "modern" fortification is a functional architecture, and its design is closely linked to geometry and a strict construction process, which can be modified if the morphological conditions of the site and defence needs require it. This allows for the creation of ideal models or plastic configurations shaped by pre-existing structures, the site's morphology, or the need for greater protection against artillery fire. The centrality of geometry is emphasized by military treatises, which place it at the core of military architectural design, whose knowledge and practice are essential for accurate realization. Nicolò Tartaglia, when discussing the method of fortifying a city, highlights the importance of the shape of a "modern" defensive wall circuit in comparison to its thickness and medieval-based conceptions. To design the form, one must understand geometric constructions and the operational procedures necessary to transfer them to the ground. In this phase, another key competence distinguishes military engineers: mastery of land surveying methods and techniques for tracing the military works on the terrain. Surveying existing walls or, more generally, the site, is a preliminary step in the design process. Observation, measurement, and strategic decisions are made at this stage, to be later incorporated into the project design, adapted to the topography, and transformed into military architecture. A key reference for military technicians is the specialized treatises. These works, whether summaries of a single engineer's activity or collections of methods, tools, and practical applications known to the treatise authors, are rich in information related to construction techniques, representation methods, tracing, and the design of urban and territorial defence works. Among the various topics, geometry plays a primary role. Its importance is underscored by Giacomo Lanteri in his treatise "Due dialoghi del modo di disegnare piante delle fortezze secondo Euclide, et del modo di comporre i

modelli e porre in disegno le piante delle città" (1557). The dialogues, which took place in 1555, describe the Euclidean geometry-based methods through which the author aims to demonstrate how science helps find the solutions and forms for fortifying a site. Lanteri also discusses the utility of round bastions, typical of the first half of the 1500s and soon surpassed by pentagonal or polygonal forms. The treatise provides a graphic demonstration of the "dead zones" where attackers can escape artillery fire, followed by a diagram showing the correct solution and the tracing of the bastion, accompanied by measurements in steps for the components. The strict geometric constructions and symmetrical schemes proposed lead to the definition of models widely used in the design of military architecture of the time. A notable example is the city wall with six bastions, recognizable in the design by Antonio da Sangallo and Pierfrancesco da Viterbo for the Fortezza da Basso, which was replicated throughout the 1500s in several fortified sites. Design and tracing are strongly correlated operations, and within the treatise, the topics of tracing, both during the design phase and the construction phase, are central. The example provided by Giacomo Lanteri is a fortress built on a square base with four bastions positioned at the corners. The geometric construction proceeds along oriented lines using the compass and the pair of dividers, the essential tools of military engineers and cartographers. Another expert in military art and treatise author is Girolamo Cataneo, who wrote several works, including "Nuovo ragionamento del fabricare le fortezze" (1571) and "Dell'Arte militare, libri cinque, ne' quali si tratta il modo di fortificare, offendere et diffendere una fortezza" (1584-1608). The design solutions described in his treatise are based mainly on mathematical knowledge and the author's experience, with the ability to work with geometry as the foundation of the designer's knowledge. Once again, geometry is at the centre of the discussion, illustrated through two-dimensional and three-dimensional graphic schemes that explain how to create a design using lines and arcs, both with and without ink, "on a sheet of paper." The treatise also offers a wide selection of formal solutions,

profiles, and exploded isometric views showing various construction phases, completing the graphic repertoire. Another significant text is Pietro Cataneo's "I quattro primi libri di architettura" (1554), which, however, still deals indistinctly with civil and defensive works. Among the authors of specialized military architecture treatises, we should also mention Giovanni Battista Antonelli (Gatteo, 1527 – Toledo, 1588), author of "Epitomi delle Fortificationi Moderne" (1560–1561), and Cristobal de Rojas, who authored several treatises between the late 1500s and early 1600s, including "Teoría y práctica de fortificación, conforme las medidas y defensas de estos tiempos" (Madrid, 1598), a compendium of his teachings at the Academy of Mathematics in Madrid, founded by Juan de Herrera. Another important reference text for military technicians in the second half of the 1500s is the treatise by Girolamo Maggi and Jacopo Fusto Castriotto, published by Maggi in 1564, a year after Captain Castriotto's death, and reprinted in the 1583-84 edition, unchanged in content and illustrations. This work, intitled "Della fortification della città", which combines the experience of the two authors and expert guidance, consists of three books that address urban planning, general military works, and water fortifications. This work was followed by Francesco de Marchi's treatise "Della architettura militare", published in Brescia in 1599, considered the greatest collection of fortified city plans. The geometric scheme governs the entire military architecture design, from the shape of the circuit to the internal layout of the street network. In designing the fortifications, once the defensive issues are resolved, the internal division of public and private spaces follows naturally. Closing this review, which is certainly not exhaustive but representative of the relationship between geometry, project design, and the tracing of modern fortifications, is the work of Galeazzo Alghisi. An architect and civil, military, and hydraulic engineer, Alghisi worked for Alfonso II d'Este in Ferrara and in Rome on fortification plans with Girolamo Maggi and Iacomo Castriotto, at Palazzo Farnese with Antonio da Sangallo the Younger. In 1570, he published a three-volume treatise titled *Delle Fortificationi*, where he described a complete "claw system" that anticipated those by Lands-

berg (17th century) and Montalembert (18th century). The treatises detail not only the geometry of the fort or citadel but also the architectural and technical construction features of the individual parts that make up the structure. One example is the treatise by Maggi and Castriotto, which describes the structure of the bastioned body made up of walls not connected to the outer shell and linked by vaults supporting a rampart made of reinforced earth and the architectural forms of the individual elements, such as parapets. As already mentioned, treatises are of great use to specialists in the art of building fortresses, who either use them as design references or are themselves the authors of these texts. Among them are Albrecht Dürer, Leon Battista Alberti, Leonardo da Vinci, Michelangelo, Francesco di Giorgio Martini, the Sangallo family, Pedro Luis Escrivà, Michele Sanmicheli, Baldassarre Peruzzi, Giomaria Olgiati, Giovan Battista Calvi, and Francesco Paciotto, active between the late 15th and early 16th centuries. In the second half of the 1500s, among the most important names are Giovan Giacomo and Giorgio Paleari Fratino, Tiburzio Spannocchi, and Cristobal De Rojas. While the list of specialists is certainly much longer, these are the names most frequently associated with the major fortification works in the Spanish Mediterranean and Portuguese coasts. The chronicles recounting the deeds of these notable figures document numerous encounters, clashes, collaborations, and schools that define the relationship between military engineers serving European monarchs. The meetings between Leonardo and Francesco di Giorgio Martini are well documented, as well as the influence of Leonardo and Francesco di Giorgio on fortification adjustments in Southern Italy. The conflicts between Jacopo Paleari and Giovan Battista Antonelli, and the influence of Francesco Paciotto on the design of the citadels of Pamplona, Jaca, and Parma, modelled after Torino and Antwerp, are also well established. Thus, schools and formal solutions adopted in the construction sites of the time are recognizable. The folded curtain wall adopted by Antonio da Sangallo in Rome (1537) for the Ardeatine Bastion design can be found in the drawing of the Citadel of Rosas (1552) designed by his student, Giovan Battista Calvi.

The same G.B. Calvi, trusted engineer of King Charles V of Spain, proposed for Piacenza (1547) and Rosas (1552) a pentagonal citadel model closely resembling the Fortezza da Basso in Florence (1534), designed by Antonio da Sangallo the Younger along with Pierfrancesco da Viterbo. Engineers are trained on the battlefield, earning their titles and gaining the trust of the sovereign. Jacopo Paleari, enlisted in 1558 while fighting for the French, was granted the title of engineer by Philip II in 1565 and succeeded Giovan Battista Calvi as superintendent of fortifications in the Kingdom. At the Goletta, he took on the role of *veedor*, responsible for overseeing the construction site, calculations, accounts, and wages. In 1573, he was appointed ordinary captain of infantry, managing the site, recruiting workers, handling contracts, material procurement, and often personally discussing projects with Philip II. Specialists are often called to give their individual judgment, sometimes as part of commissions, on the work of colleagues or to evaluate project proposals. Captain *fratin*, at the garrison of la Goletta in Tunis, completed a design that had been examined and approved by a commission, including the viceroy of Sicily, Don Garcia di Toledo, the royal engineers from Naples (Tommaso Scala and Giacomo Lanteri), and Gabrio Serbelloni. Another interesting aspect is the relationship between specialists and military treatises. This is the case of the Paleari brothers, who were strongly connected to and "faithful" to the text written by Girolamo Maggi and Captain Iacomo Fusto Castriotto, titled "Della fortificatione della città", published in Venice in 1564. The use of the treatise as a design reference has been widely verified (Pirinu 2013) in the analysis of projects, works, and graphic representation. A particularly interesting point, and an area for further research, is the relationship between the two authors of the text and the Ticino brothers. This connection could date back to Jacopo Paleari's early career, when he started working for France, and Captain Castriotto, was an engineer in the service of the Christian King of France, as stated on the cover of the treatise. The treatises, schooling, and battlefield experience of these figures have left a valuable architectural and landscape heritage of great historical and cultural signifi-

cance. Among the notable examples where geometry, project design, and tracing are evident, we mention: the Citadel of Pamplona (Jacopo Paleari, Vespasiano Gonzaga), the Citadel of Viana do Castelo and Ajaccio (Jacopo Paleari), the Citadel of Peñiscola (Jacopo Paleari, Giovan Battista Antonelli), the land front of Alghero (Giorgio Paleari), the Forte dell'Aquila (Pedro Luis Escrivà), the Forte di Sant'Elmo (Pedro Luis Escrivà), the fortified city of Palmanova (Giulio Savorgnan), and the Forte di Bernia by Giovan Battista Antonelli.

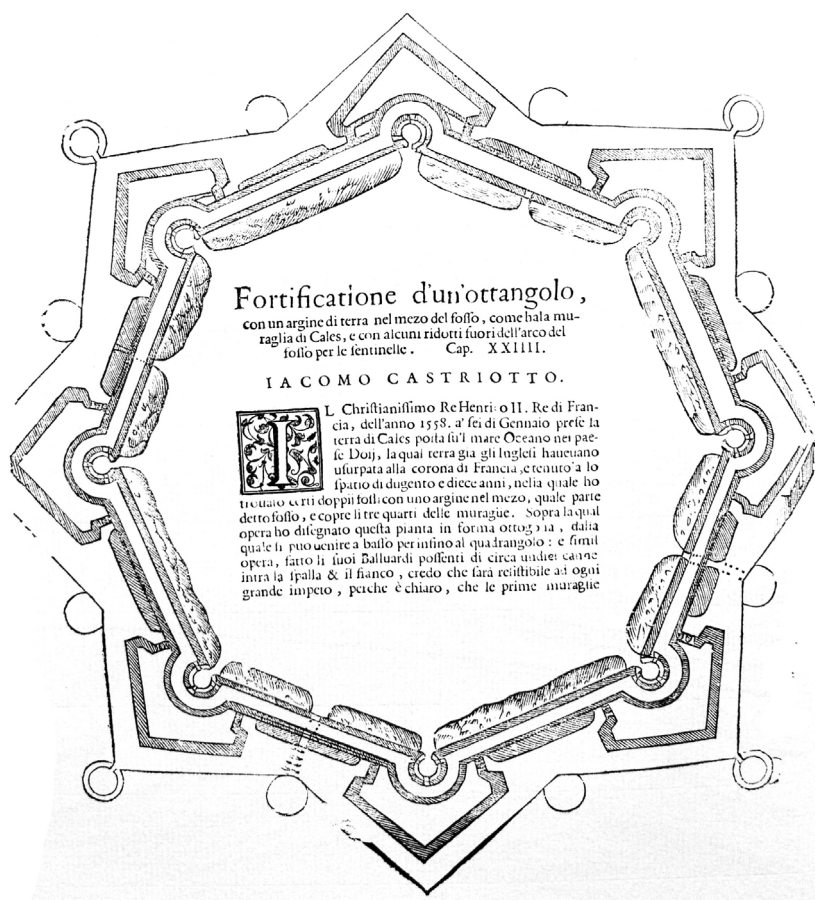


Fig. 163. Fortificatione d'un'ottangolo (Della fortificatione della città, 1564).

3 Rappresentare le cittadelle tra “antichi” modelli e nuove frontiere digitali

La rappresentazione dell'architettura e del paesaggio ha origini antiche, sebbene nel Rinascimento, con l'apertura dei grandi cantieri cinquecenteschi e la frenetica attività di ammodernamento delle cinte murarie alle mutate strategie di guerra, acquisisca maggior importanza. In quest'epoca il disegno di architettura ha un forte sviluppo, con la sostituzione definitiva della rappresentazione grafica rispetto al testo scritto e la sua diffusione per mezzo dei trattati. Come noto, le basi della rappresentazione architettonica si devono a Vitruvio, con la codifica dei linguaggi necessari per la rappresentazione del progetto. I suoi testi descrivono la corretta esecuzione dell'architettura di epoca romana e gli elaborati grafici da redigere, senza tuttavia mostrare alcun disegno dimostrativo. La riscoperta dell'architetto romano e dei suoi insegnamenti da parte dei trattatisti del Rinascimento si compie attraverso il rilievo delle opere: matrici e rapporti tra le parti ed il tutto riaffiorano con la misurazione critica dei monumenti e il disegno dei Sangallo, di Francesco di Giorgio e altri studiosi rivela i presupposti teorici di Vitruvio.

Sotto l'aspetto della rappresentazione, si attua in quest'epoca un ritorno a piante e prospetti (l'*ichnographia* e l'*ortographia* vitruviana riacquistano il loro primato nel disegno architettonico) e modelli in legno per la realizzazione delle architetture civili, mentre in campo militare l'urgenza bellica affida il controllo progettuale delle fortificazioni alla moderna a planimetrie, profili e viste assonometriche.

È nel XVI secolo che, anche grazie alla diffusione della stampa, l'illustrazione dell'architettura -in particolare di quella militare- ha un forte sviluppo. L'avvio di una pratica costruttiva che si protrarrà sino alle soglie dell'Ottocento, epoca che chiude la tradizione del sistema bastionato, determina un costante perfezionamento dei modelli grafici e, già dal Settecento, la codifica di simboli e colori da impiegare, nel nostro caso specifico, per la rappresentazione del territorio e dell'architettura militare.

3.1 Il disegno dell'architettura militare. Dagli schizzi leonardeschi ai modelli digitali

Il Cinquecento è il secolo degli ingegneri militari, l'epoca di un disegno essenziale, quasi criptato, comprensibile ai pochi che devono sapere e quindi non finalizzato alla divulgazione, talvolta ingannevole o trasfigurato; un disegno che presenta l'opera, oltre che attraverso planimetrie e profili, per mezzo di viste assonometriche e modelli fisici. Il repertorio grafico al quale affidare la comunicazione del progetto è ampio e condizionato dall'obiettivo finale, per cui distinguiamo: il disegno di studio per la ricerca della soluzione progettuale come nei disegni di Leonardo (fig. 164); le viste di Francesco di Giorgio, eseguite -come suggerisce Massimo Scolari⁸⁴- su modelli posizionati sul pavimento; i profili, le planimetrie e le viste in prospettiva soldatesca per la presentazione del progetto, che seguono fedelmente le indicazioni illustrative dei trattati specialistici; un disegno dei luoghi alla scala del paesaggio, finalizzato al posizionamento dell'opera rispetto al contesto territoriale, come quello dell'ingegnere militare Tiburzio Spannocchi (fig. 165). I trattati divengono il mezzo di diffusione della tecnica bastionata, illustrata con una grafica intuitiva che in genere affianca allo schema planimetrico il profilo e la vista assonometrica, o compone soluzioni ibride -come quella proposta



Fig. 164. Leonardo da Vinci. Studi e progetti per le fortificazioni (Codice Atlantico, fol. 43v-a).

Andrea Pirinu

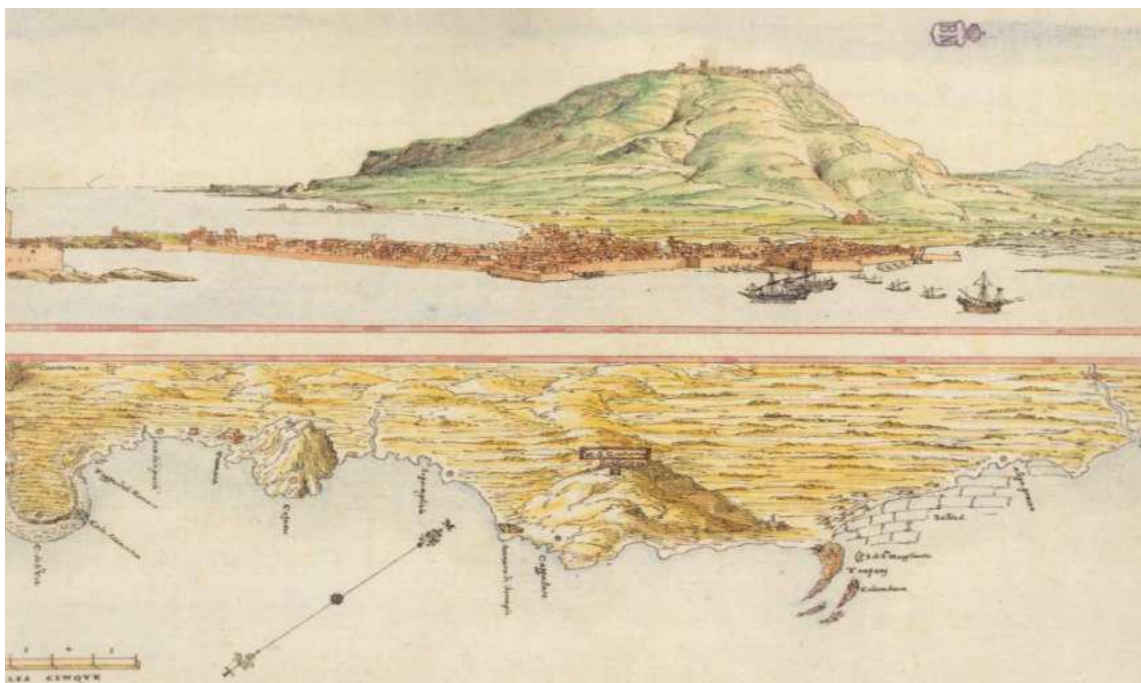


Fig. 165. Description de las marinas de todo el Reino de Sicilia (Biblioteca Nazionale di Madrid) nei disegni di Tiburzio Spannocchi datati 1578.

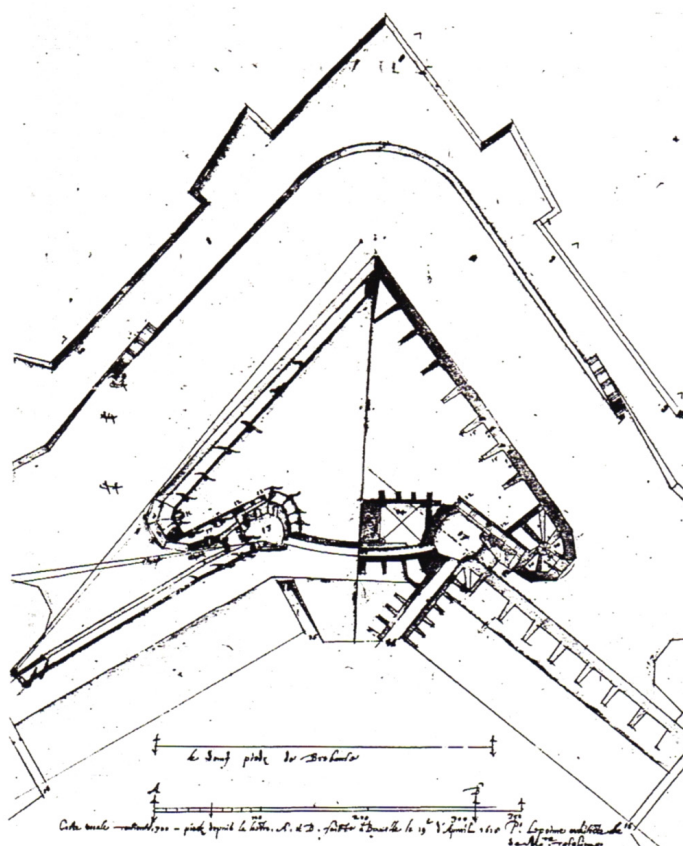


Fig. 166. Disegno di Bartolomeo Campi che integra planimetria e vista assometrica per la rappresentazione di uno dei baluardi della cittadella di Groningen nelle Fiandre spagnole.

da Bartolomeo Campi- con l'abbinamento di pianta e vista assonometrica, per una migliore comprensione della soluzione progettuale (fig. 166). Le stesse raffigurazioni a scala territoriale, già presenti nei disegni di Leonardo, iniziano a diffondersi nella documentazione della città e del paesaggio e le vedute di città -in prevalenza fortificate- catturate dal mare o da posizioni panoramiche privilegiate iniziano a comparire con maggior frequenza negli atlanti e nella documentazione dei viaggiatori. Sotto l'aspetto della rappresentazione si assiste tra il XVI ed il XVII secolo ad un graduale abbandono del modello fisico⁸⁵, accompagnato dalla pianta e dal profilo, che conduce ad una progressiva standardizzazione con l'impiego di codici grafici e scale geometriche sino ad allora non sempre presenti. Sarà la Francia, a partire dal 1670, a stabilire per prima una regolamentazione, presto adottata nella produzione delle mappe e pubblicata nei trattati⁸⁶; quest'iniziativa è legata alla necessità di definire un linguaggio univoco che possa essere compreso da tutti ed evitare fraintendimenti e ritardi nell'approvazione dei progetti.

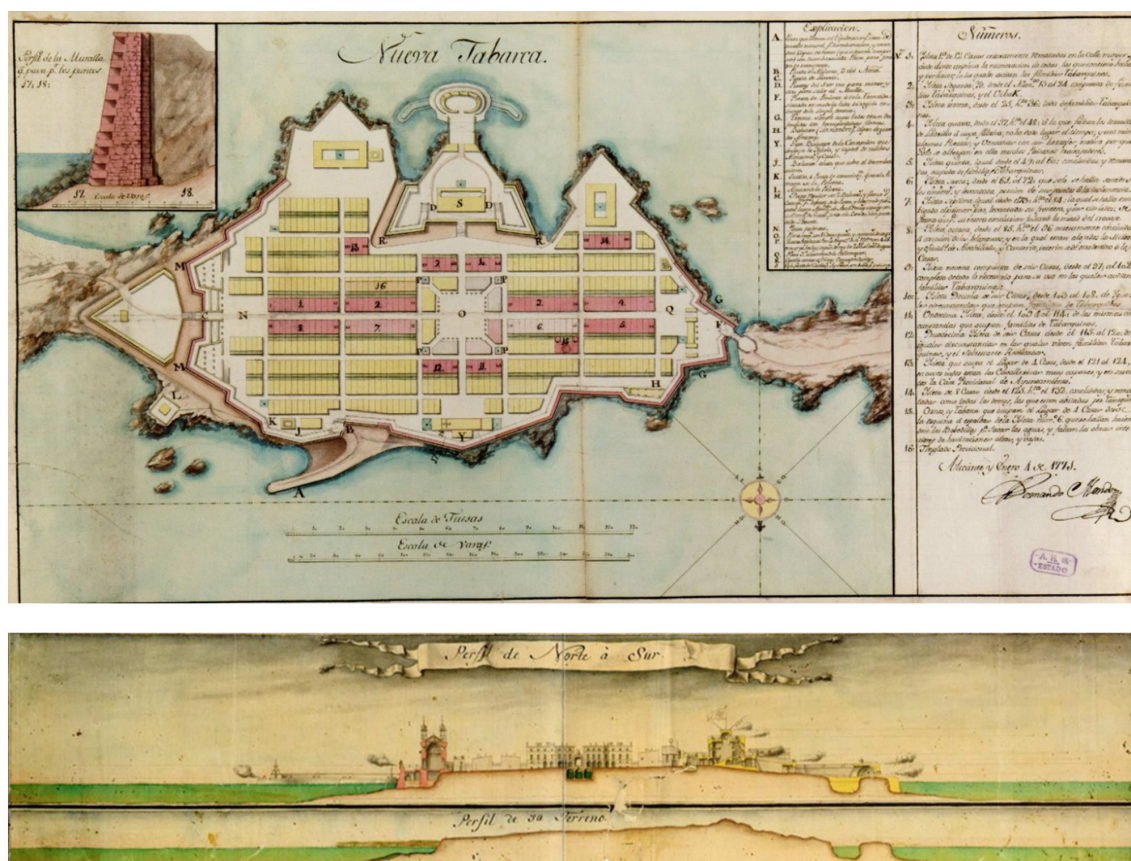


Fig. 167. Disegni di Méndez Ras per il nuovo insediamento fortificato di Nueva Tabarca in Spagna (Archivo Histórico Nacional, Madrid).

Il Settecento è il secolo in cui si attua il progressivo affinamento delle tecniche di rilevamento la possibilità: di una maggiore precisione nell'acquisizione del dato rende possibile un arricchimento della produzione grafica (fig.167) e una rappresentazione dei caratteri morfologici del territorio, tema che caratterizzerà il dibattito scientifico sino alla fine del XIX secolo. L'Ottocento si caratterizza per la produzione di nuove rappresentazioni del paesaggio affinate nella precisione e nella resa cromatica, i quali riuniscono in un solo elaborato rigore scientifico e componente percettiva. Si tratta di rilievi e vedute finalizzati alla descrizione dei litorali e delle città ancora protette da cinte murarie, ad illustrare un progetto o più in generale a raccontare i luoghi visitati. Tra questi ultimi sono da citare i disegni dei viaggi di studio compiuti dai giovani architetti o i trattati finalizzati alla disciplina del restauro dell'architettura storica. Sotto questo aspetto assume notevole importanza la figura di Viollet-Le-Duc, che rileverà le architetture medievali sulle quali interverrà e le rappresenterà attraverso ricostruzioni grafiche che ne rivelano i caratteri costruttivi, architettonici e funzionali, senza trascurare la dimensione del paesaggio (fig.168). Nella seconda metà dell'Ottocento, con la dismissione delle piazzeforti, i disegni delle architetture militari saranno principalmente finalizzati alla loro cancellazione, e la loro rappresentazione, anche pittorica come quella dei vedutisti (fig.169), consentirà la conservazione della memoria e la possibilità odierna di una tutela delle tracce superstiti. La salvaguardia delle mura medievali, almeno di quelle più rappresentative, proseguirà nel Novecento mentre per un progetto di recupero delle linee moderne si dovranno aspettare i tempi più recenti. Infatti, nel corso del Novecento, l'attenzione volge gradualmente verso le fortificazioni "alla moderna" e si apre una nuova epoca, quella di un rilievo per il restauro (figg. 170-172) che necessita di nuove espressioni grafiche per la rappresentazione di un'analisi pluridisciplinare e la sua comunicazione anche a fine divulgativo e promozionale (Marotta e al., 2020, Vitali e al., 2020). Le moderne tecnologie e lo sviluppo degli strumenti di rilevamento favoriscono l'acquisizione di una documentazione precisa e dettagliata dei paesaggi militari e la catalogazione delle architetture e dei contesti che le ospitano; tuttavia, la complessità e stratificazione del paesaggio urbano in particolare richiedono l'impiego di nuovi strumenti diagnostici (come l'indagine geofisica che va ad integrare le informazioni acquisite attraverso il rilievo architettonico e materico) e nuovi linguaggi fortemente specialistici. Forse questa è la sfida di oggi: giungere ad una rappresen-

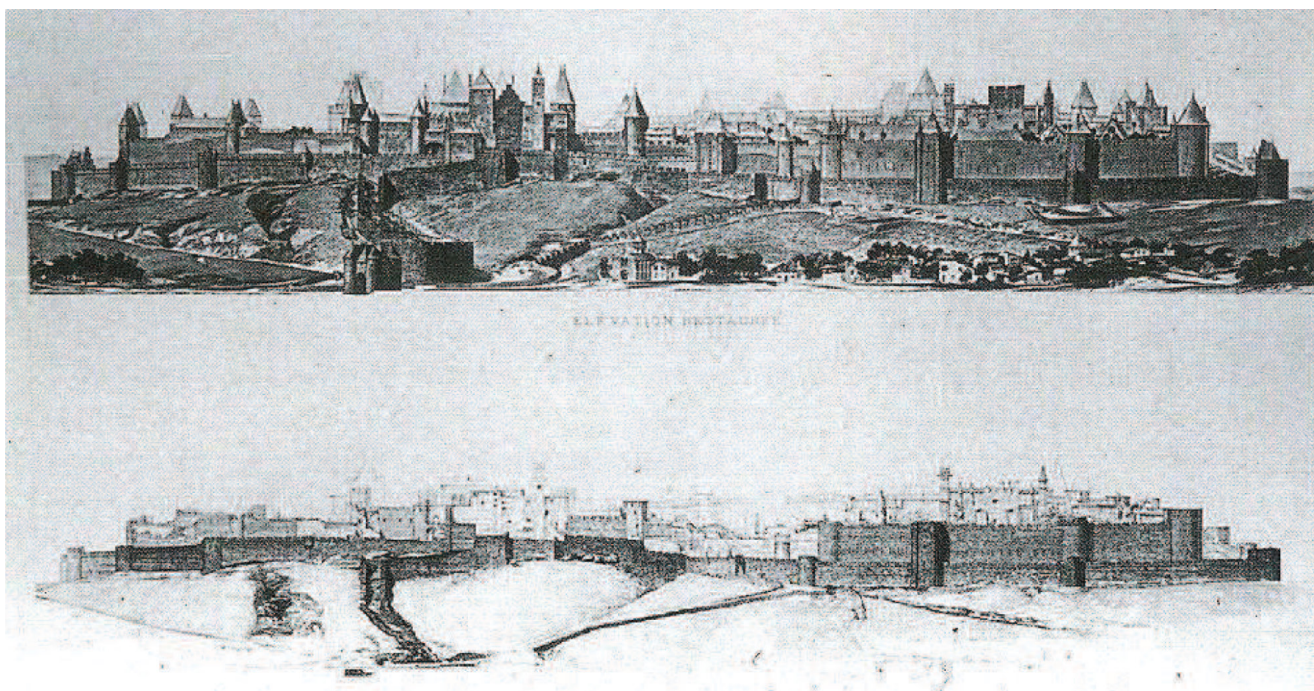


Fig. 168. Carcassonne. Ampia veduta dello stato dei luoghi ed ipotesi ricostruttiva della città fortificata. Fonte : Archives de la Commission des monuments historiques (1898- 1903), Pl. 45 (<https://bibliothequenumerique.inha.fr/iiiif/16426/manifest>).

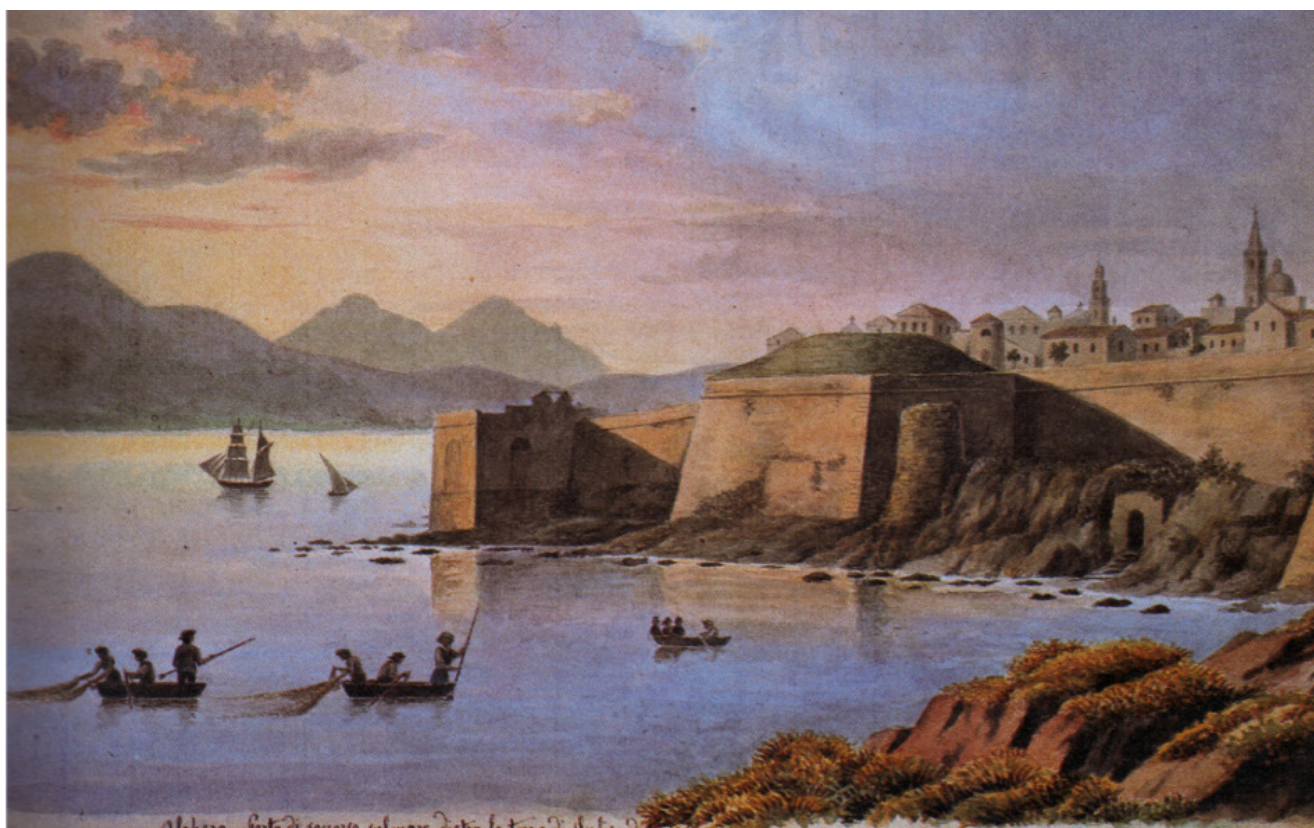


Fig. 169. Alghero. Porta di soccorso sul mare dietro la torre di S. Iulianu. Dal vero (Simone Manca di Mores, 1880).

Andrea Pirinu

tazione dell'architettura e del paesaggio -in questo caso "militare"- per la quale, come per la rappresentazione cartografica (Pirinu 2019), dobbiamo recuperare la "chiarezza espressiva" degli "antichi" modelli (dei disegni di Viollet-Le-Duc, degli esplosi assonometrici e delle vedute mostrati nei trattati militari cinquecenteschi) impresa realizzabile con database digitali interoperabili che possono gestire le informazioni e gli esiti di studi multidisciplinari e usufruire di trattamenti grafici integrati finalizzati ad una illustrazione scientifica accessibile ad una vasta e variegata utenza, come proposto in alcune recenti ricerche.

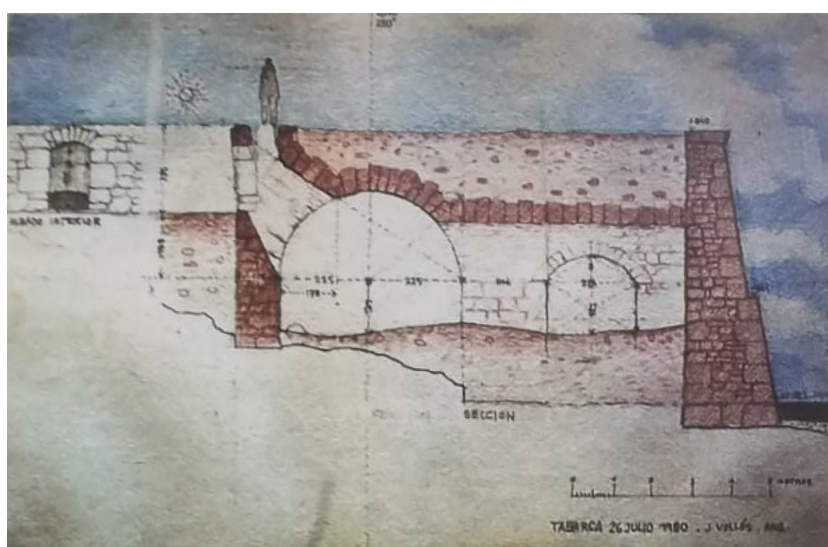
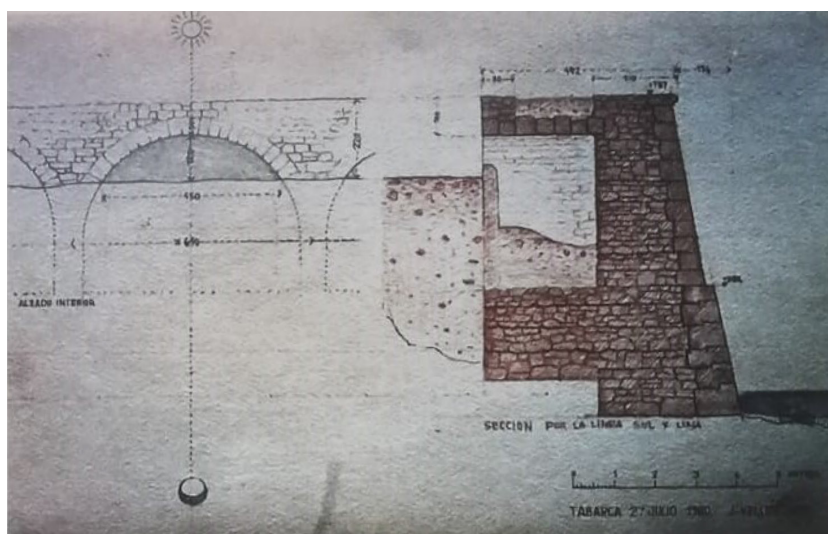


Fig. 170. Schizzi di rilievo delle mura di Nueva Tabarca (disegno a matita, inchiostro e acquerello di Javier Vellés, 1980).



Fig. 171. Prospettiva centrale della porta di San Miguel a Nueva Tabarca (inchiostro e acquerello di Javier Vellés, 1980).

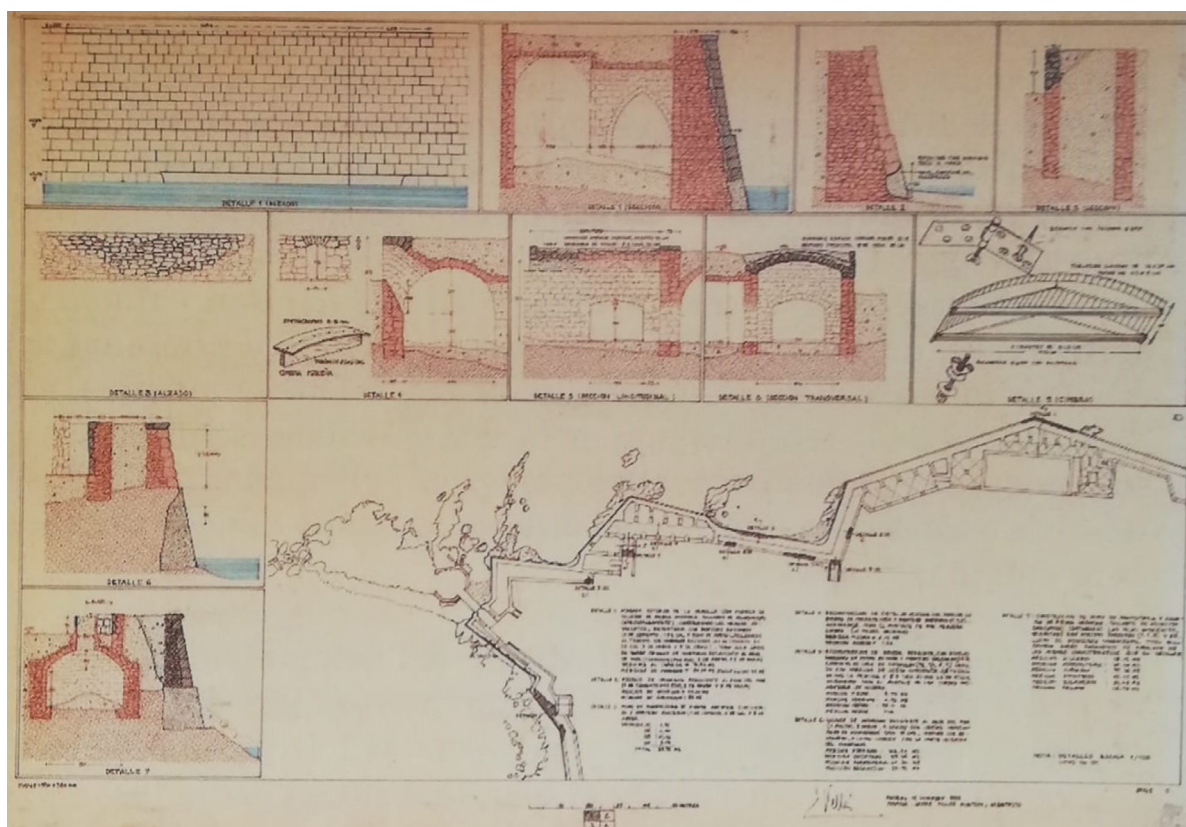


Fig. 172. Progetto di restauro delle mura di Nueva Tabarca (inchiostro nero, seppia e azzurro di Javier Vellés, 1980).

3.2 Metodologie integrate per la rappresentazione dell'architettura militare

La rivoluzione informatica e la crescente disponibilità e affidabilità di sistemi di rilevamento di grande precisione hanno dato avvio, a partire dagli anni '90 (Docci, Maestri 2020, p.219), ad una importante campagna di riconoscimento e catalogazione delle architetture storiche⁸⁷ e, nel più recente periodo, di quelle ad uso militare. L'attività di conoscenza legata principalmente ad interventi di restauro ha via via potuto usufruire della notevole capacità di acquisizione dei dati offerta da strumenti come lo scanner laser e le tecniche fotogrammetriche e dalla possibilità di gestione garantita dai sistemi informatici. Numerose sono le esperienze di rilievo, catalogazione e rappresentazione dei sistemi fortificati e, tra le più interessanti, possiamo certamente citare lo studio delle fortezze di Portobello e del Rio Chagres a Panama (Parrinello, Picchio 2019), il dottorato di ricerca sull'opera di Leonardo da Vinci in Toscana -che ha prodotto un'interessante documentazione sulle fortificazioni di Piombino (Borgongiarì 2020)-, lo studio del bastione di Santa Croce a Cagliari (Pirinu, Balia 2018 e Pirinu, Sanna 2020) e alcune rappresentazioni ibride finalizzate all'illustrazione scientifica delle opere dei fratelli Paleari nel Mediterraneo.

3.3 Casi studio

- 1- Le fortezze di Portobello e del Rio Chagres a Panama e il forte di San Juan in Porto Rico (Parrinello S., Picchio F.)
- 2- Rilievi digitali delle fortificazioni di Piombino per l'interpretazione critica dei progetti leonardiani (tesi di dottorato di Borgongiarì M.)
- 3- Rappresentazione ibrida del bastione di Santa Croce a Cagliari (Pirinu A., Sanna G.)
- 4- Il complesso della tenaglia di San Pancrazio a Cagliari (Pirinu A., Sanna G.)
- 5- Forte di Santa Barbara ad Alicante (Pirinu A., Sanna G.)
- 6- L'opera di Giovan Battista Antonelli (Bertacchi S.)

1-Le fortezze di Portobello e del Rio Chagres a Panama (Parrinello S., Picchio F.)

L'attività di documentazione dell'opera degli Antonelli da Gatteo in America centrale, portata avanti da un gruppo di ricerca che comprende studiosi afferenti all'Università di Firenze e di Pavia, offre un interessante esempio di applicazione di metodologie integrate per il rilievo e la rappresentazione dell'architettura militare cinquecentesca. Schizzi di rilievo a diverse scale di dettaglio e sintesi grafiche bidimensionali e tridimensionali che accompagnano le operazioni sul campo completano il percorso di conoscenza dei luoghi affidato ad un contatto diretto con le architetture ed il paesaggio e a una ricognizione che può avvalersi delle moderne tecnologie informatiche e di strumentazioni no-contact, utili quando le condizioni di degrado e l'accessibilità al sito non sono favorevoli. L'utilizzo di strumenti digitali e tradizionali, affiancati con efficacia, consentono di comporre un database conoscitivo di assoluto valore in termini quantitativi e qualitativi, anche sotto l'aspetto della comunicazione. La capacità di trasmissione, anche in termini di divulgazione, è garantita dall'impiego di tecniche grafiche tradizionali applicate ai modelli digitali, ottenuti attraverso il metodo fotogrammetrico appoggiato su una poligonale strumentale e il metodo laser scanning. I modelli digitali proposti richiamano alla memoria gli schemi grafici cinquecenteschi garantendo un'efficace comprensione degli aspetti tecnico costruttivi e funzionali del sistema bastionato; ne è un esempio la rappresentazione del forte di San Juan a Porto Rico. In questo caso l'esploso assonometrico proposto dagli studiosi richiama i disegni presenti nel trattato di G. Cataneo (fig. 142 di questo volume) e mostra le caratteristiche costruttive, volumetriche e funzionali di una porzione dell'opera militare (fig. 173) e dell'intero forte (fig. 174). L'elaborato grafico mostra difatti una suddivisione del bastione in tre livelli: primo livello – strutture, secondo livello – cannoniere in casamatta, terzo livello – piazza del baluardo con postazioni per artiglieria.

Andrea Pirinu

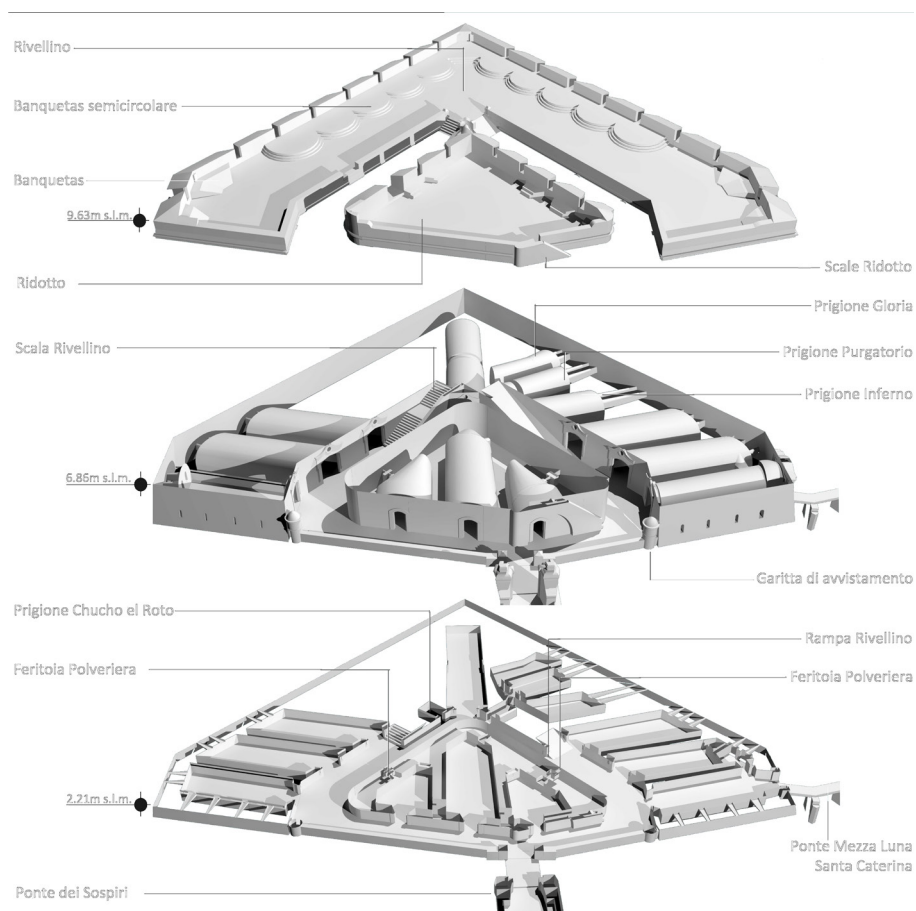


Fig. 173. Disegni che richiamano il trattato di G. Cataneo del 1608 (Parrinello, Picchio 2019).

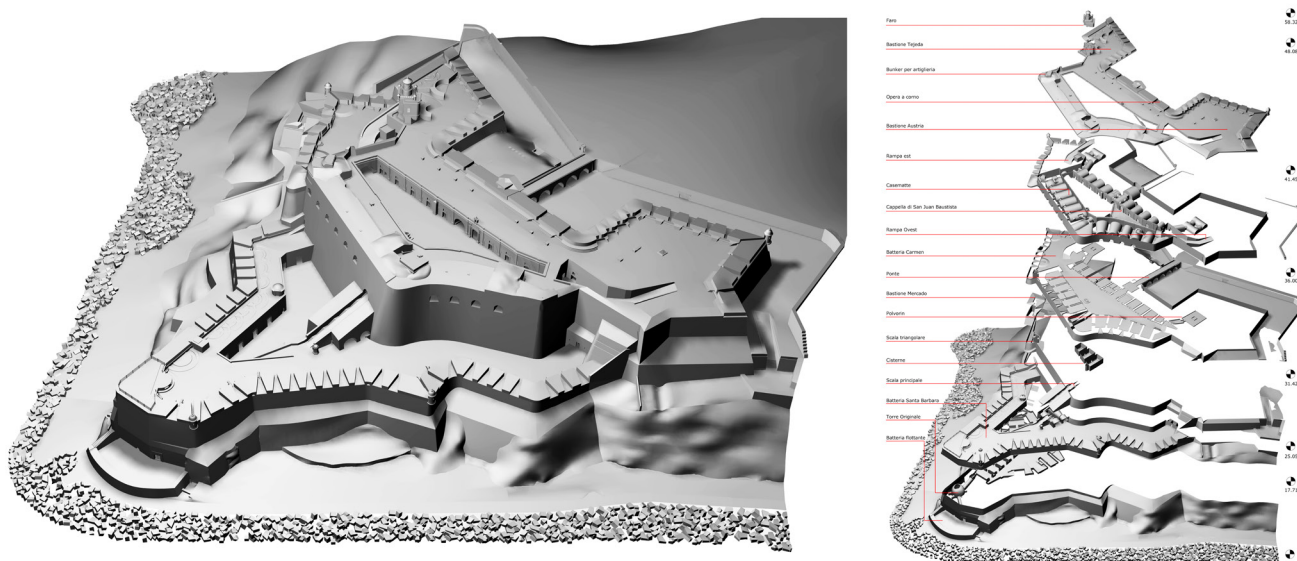


Fig. 174. Modello 3D ed esploso assometrico accompagnato da una legenda che indica le singole parti della fortificazione (Parrinello, Picchio 2019).

2-Rilievi digitali delle fortificazioni di Piombino per la interpretazione critica dei progetti leonardiani

I disegni di Leonardo rivestono particolare interesse per lo studio dell'evoluzione del sistema “alla moderna”. Questo patrimonio grafico aiuta a comprendere l'adeguamento delle soluzioni progettuali proposte tra la seconda metà del Quattrocento e la prima metà del Cinquecento, oltre che a valutare l'influenza di Leonardo sul panorama progettuale dell'epoca. I suoi disegni costituiscono un importante fonte documentaria in riferimento all'utilizzo di modelli grafici, prima tra tutti l'assonometria cavaliera. Oltre ad un utilizzo frequente della rappresentazione assonometrica, finalizzato a mostrare il funzionamento di queste macchine da guerra, si osserva l'impiego di schemi planimetrici fortemente corrispondenti agli assetti attuali che permettono una ricostruzione degli assetti storici. Rilievo dello stato attuale, analisi della documentazione d'archivio e rappresentazione (figg. 175-176) permettono pertanto una rilettura e un'osservazione profonda dell'opera di Leonardo.



Fig. 176. Interpretazione del documento d'archivio su base planimetrica prodotta a seguito del rilievo digitale (Bigongiari 2020).



Fig. 175. Modelli digitali del rivellino (Bigongiari 2020).

3-Rappresentazione ibrida del bastione di Santa Croce a Cagliari

Nell'area di Santa Croce a Cagliari, a partire dal 2008, sono state avviate una serie di indagini affidate a specialisti afferenti a settori disciplinari della Rappresentazione e della Geofisica, sulle caratteristiche architettoniche e statiche del bastione cinquecentesco realizzato nella seconda metà del XVI secolo e ampliato nel corso del Settecento. I risultati delle operazioni di rilievo integrato sono stati tradotti (Pirinu, Balia 2018) in immagini comprensibili solo ad una ristretta cerchia di esperti. Si è concentrata quindi l'attenzione sulla necessità di creare un repertorio grafico che esplorasse diversi possibili modelli, ciascuno dei quali portatore di una lettura necessaria a comporre un mosaico interdisciplinare che potesse giungere a una vasta cerchia di utenti e favorire oltre che l'analisi, anche la divulgazione dei risultati.

I disegni eseguiti dal vero con differenti livelli di dettaglio, le letture ad acquerello per una rappresentazione cromatica delle superfici, il ridisegno su base fotografica, la costruzione di modelli 3d a partire da rilievi integrati e l'inserimento dei risultati delle tomografie sismiche nelle sezioni direttamente estratte dalla banca dati tridimensionale, per una lettura delle condizioni del sistema costruttivo, sono stati i primi risultati della ricerca (fig. 177); tuttavia ciò che sta sotto la "pelle" dell'architettura militare non è stato abbastanza per mostrare e far comprendere il "non visibile" del paesaggio fortificato. Si è deciso pertanto di esplorare la possibile integrazione di tecniche grafiche e lavorare in ambiente digitale, ma con procedure riconducibili al disegno tradizionale. Gli obiettivi erano quelli di "avvicinare" i disegni prettamente tecnici e precisi offerti dalle attuali metodologie di rilevamento ai risultati propri del disegno a mano libera e di ottenere una resa grafica di più facile comprensione, sfruttando le possibilità offerte dalle banche dati digitali di "accendere e spegnere", lasciare in trasparenza o esaltare taluni aspetti. Si è pensato pertanto di partire da un modello preciso sotto l'aspetto del dato metrico e materico per giungere ad un modello "meno preciso", ma che risultasse maggiormente "aperto" alla trasmissione della conoscenza. A tal fine, l'esito dell'incontro tra rilievo strumentale, fotogrammetrico e geofisico con informazioni sulla struttura del bastione e delle sue caratteristiche architettoniche e materiche "visibili" e non è stato sovrapposto ad una foto recente dell'attuale contesto urbano, per raccontare -con completezza e chiarezza- un sito pluristratificato (fig. 178).

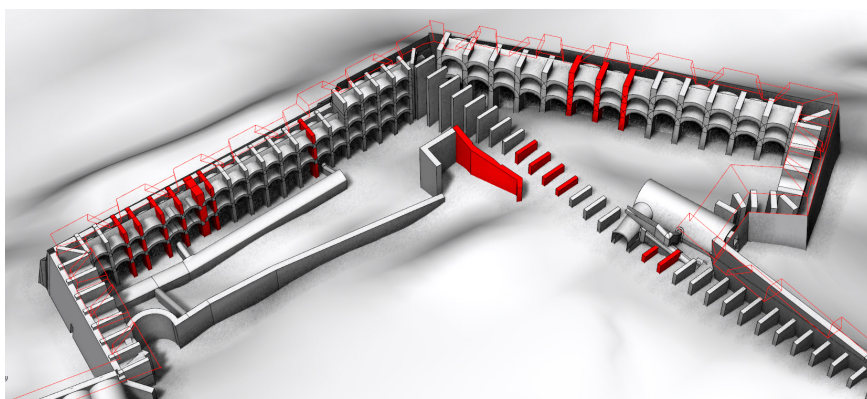


Fig. 177. Modello digitale del bastione cinquecentesco (da Pirinu, Balia 2018).

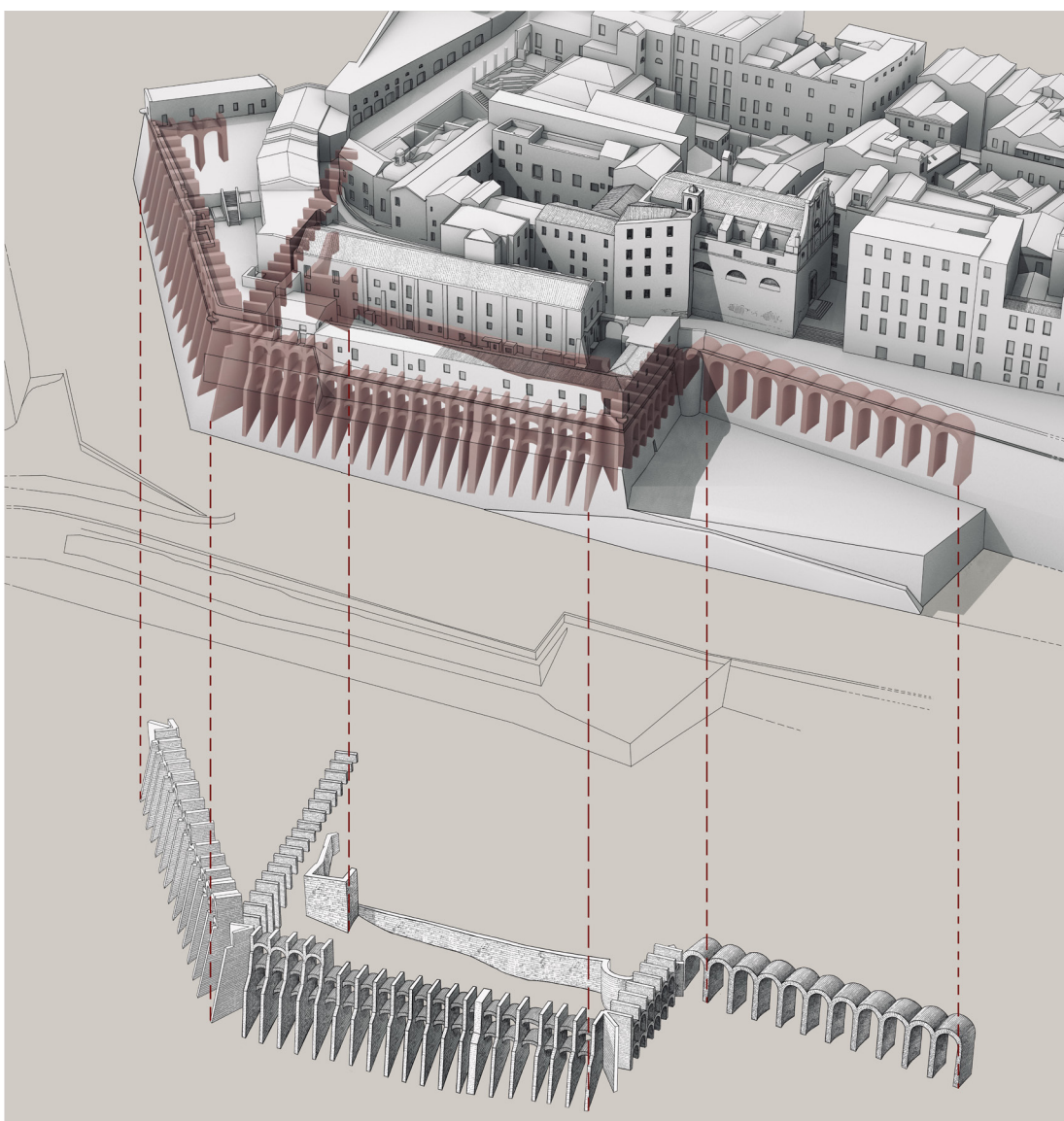


Fig. 178. Bastione di Santa Croce a Cagliari. Rappresentazione “ibrida” delle strutture cinquecentesche.

4-II complesso della tenaglia di San Pancrazio a Cagliari

Il complesso della tenaglia di san Pancrazio, come precisato a pagg. 86-87 del presente volume, modifica la sua forma nel corso del Cinquecento, a seguito dell'intervento di Jacopo e Giorgio Paleari. Le modifiche attuate prevedono il riutilizzo del baluardo Dusay con funzioni di cavaliere dotato di artiglieria, come si può facilmente evincere dall'analisi del disegno che Giorgio Paleari realizza nel 1578 (fig.28, p.120 in Pirinu 2013). La rielaborazione grafica proposta (fig. 179) illustra il funzionamento dell'opera a conclusione dei lavori di fine Cinquecento. Si possono distinguere i due percorsi voltati che conducono alle cannoniere in casamatta (fig. 180) dedicate al controllo del fossato, le troniere ubicate lungo il perimetro della fortificazione e le possibili traiettorie dell'artiglieria in dotazione al cavaliere. Il modello inoltre mostra, sulla base dei rilievi delle opere esistenti e dello studio della trattatistica militare, un'ipotesi di schema strutturale. Il modello grafico proposto evidenzia pertanto:

1. la struttura difensiva nella sua interezza.
2. le quote interne del terreno e le strutture interrato, rese visibili grazie a rappresentazioni in trasparenza.
3. le strategie di copertura difensiva, che dimostrano l'efficacia del disegno seicentesco.

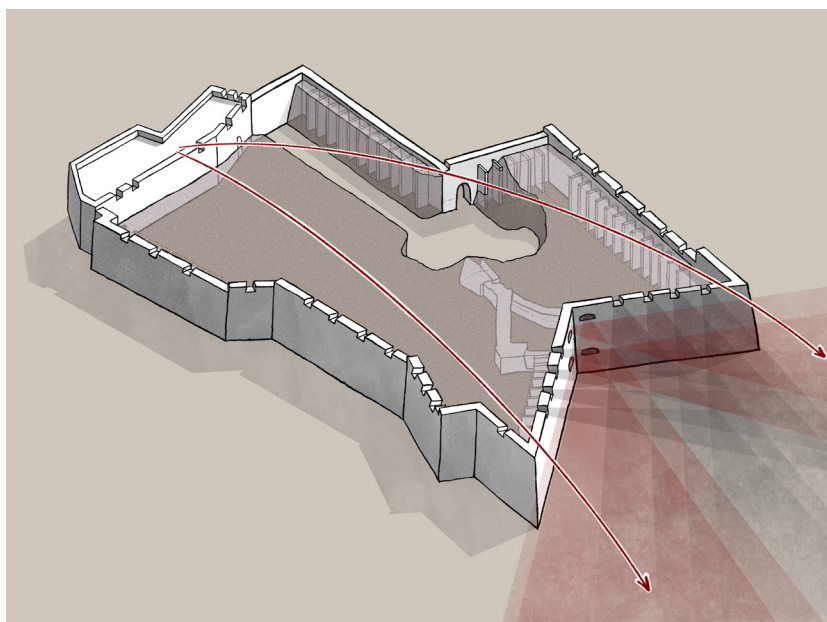


Fig. 179. Rappresentazione grafica della copertura difensiva garantita dalle artiglierie presenti nella tenaglia di San Pancrazio a Cagliari (2024).



Fig. 180. Immagini dei percorsi voltati funzionali all'utilizzo delle cannoniere cinquecentesche (2024).

5-Forte di Santa Barbara ad Alicante

Situato sulla cima del monte Benacantil ad Alicante in Spagna, il Castello di Santa Barbara rappresenta un esempio straordinario di architettura difensiva evolutasi dal periodo "almohade" al XVI secolo, quando Jacopo Paleari modernizzò il complesso per rispondere alle nuove esigenze belliche legate all'uso dell'artiglieria. Nel corso del Cinquecento la forma medievale e l'impianto risalente al primo presidio si modifica con l'inserimento di bastioni e tenaglie, che accompagnano la morfologia del sito per consegnare un'opera di grande interesse progettuale e paesaggistico. In questo caso specifico la rappresentazione si è focalizzata sulla relazione percettiva tra il castello e il tessuto urbano circostante a partire da un'immagine aerea estratta dalla piattaforma Google Earth (fig. 181).

L'analisi, condotta attraverso un disegno ad acquerello e china, consente di evidenziare alcune peculiarità:

- l'integrazione del castello con il promontorio roccioso, la morfologia del terreno e la vegetazione, elemento che evidenzia come la fortezza sfrutti le caratteristiche naturali per scopi difensivi.
- l'interazione tra il verde urbano e le strutture militari, il quale contribuisce a definire l'identità visiva della città.

• L'evoluzione del rapporto con l'ambiente costruito. Il castello, da elemento di controllo strategico, è oggi un simbolo storico e paesaggistico che dialoga col tessuto urbano. L'approccio percettivo ha permesso di comunicare non solo le caratteristiche architettoniche e dimensionali del castello, ma di mettere in luce anche il suo significato simbolico e il suo ruolo nell'immaginario collettivo. Collocato su un'altura che vigila sulla città e sul contesto territoriale, il forte si caratterizza per l'elevata qualità paesaggistica; questa sua peculiarità è stata esaltata da un disegno ibrido capace di raccontare architettura e paesaggio fortificato.

Questa metodologia che combina strumenti analogici e digitali consente di preservare l'espressività del tratto manuale, garantendo precisione e adattabilità (fig. 182).

L'uso di software di disegno su tablet (iPad con Apple Pencil) integrato con CAD, modelli 3D e immagini satellitari o fotografiche, supporta letture spaziali e percettive, rendendo la metodologia adatta a una vasta gamma di obiettivi comunicativi.



Fig. 181. Forte di Santa Barbara ad Alicante. Rappresentazione del paesaggio fortificato con evidenziate le opere progettate da Jacopo Paleari (2024).



Fig. 182. Forte di Santa Barbara ad Alicante. Spazi interni alla fortezza (2024).

Andrea Pirinu

6-L'opera di Giovan Battista Antonelli

Chiude e completa la selezione di casi studio l'impiego della tecnica tradizionale, finalizzata a illustrare, con efficacia, le architetture militari progettate e in parte realizzate da Giovan Battista Antonelli.

Il disegno proposto da Silvia Bertacchi (fig. 183) è l'esito di una ricostruzione grafica dedotta dall'analisi dei disegni presenti nel trattato dell'Antonelli. Attraverso una caratterizzazione del segno, che richiama i modelli grafici cinquecenteschi, il funzionamento e la tecnica costruttiva del sistema bastionato vengono rappresentati con chiarezza comunicativa ed espressività.

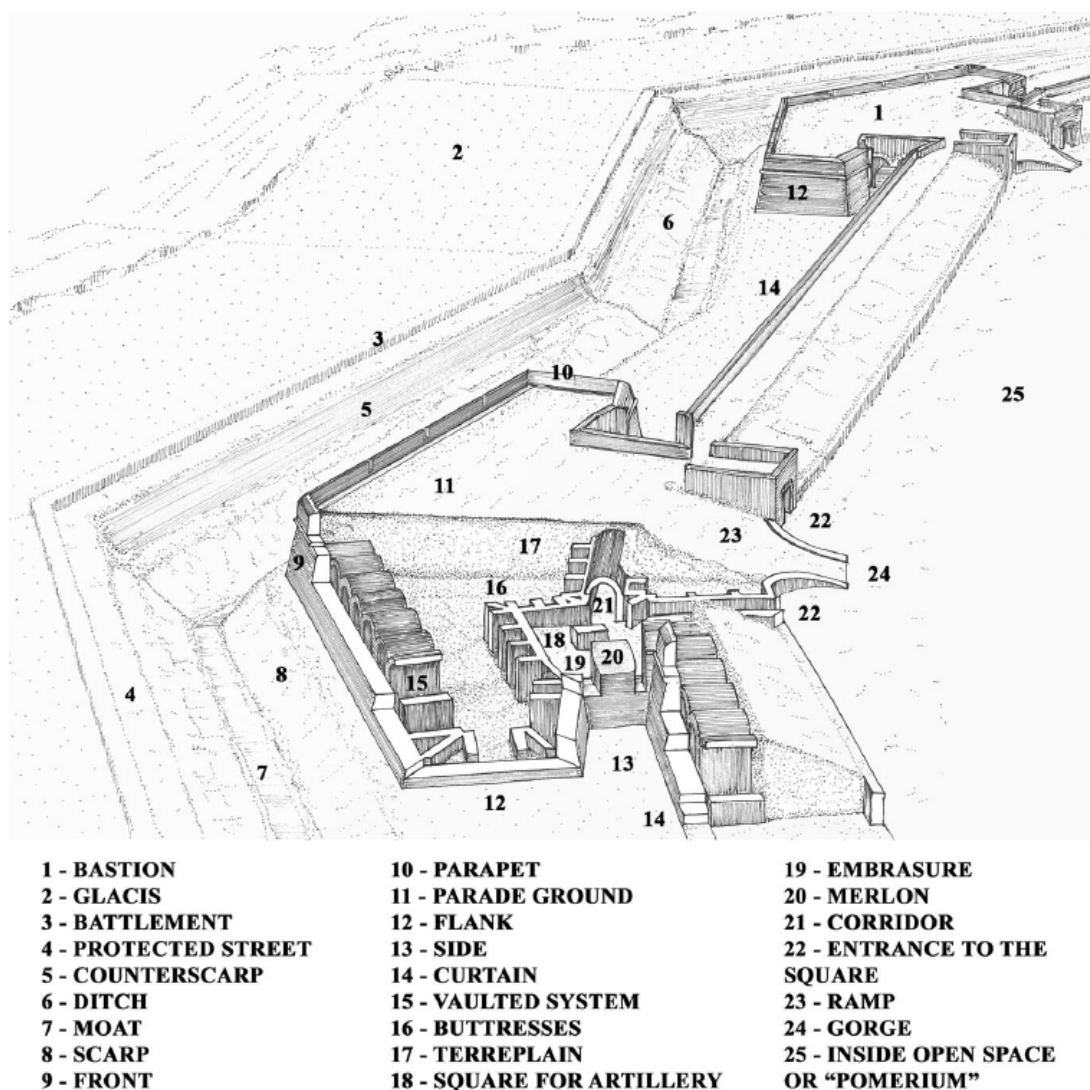


Fig. 183. Bastione secondo l'Antonelli.

Long Abstract

Integrated Methodologies for the Representation of Military Architecture

Since the 1990s, the advent of computing and the increasing availability and reliability of high-precision detection systems have initiated a significant campaign for the recognition and cataloguing of historical architecture, and more recently, military architecture. Knowledge-gathering activities, primarily linked to restoration projects, have gradually benefited from the substantial data acquisition and management capabilities provided by digital tools. Numerous efforts have been made in surveying, cataloguing, and representing fortified systems.

Among the most notable applications, we can mention the study of the fortresses of Portobello and the Rio Chagres in Panama, the San Juan fort in Puerto Rico, research on Leonardo da Vinci's work in Tuscany, which has produced fascinating documentation on the fortifications of Piombino, the study of the Santa Croce bastion in Cagliari, hybrid representations aimed at scientifically illustrating the works of the Paleari brothers in the Mediterranean, and the traditional representation of fortifications designed by Giovan Battista Antonelli.

The documentation of the Antonelli family's work in Central America, carried out by scholars from the University of Florence and the University of Pavia, offers an interesting example of the application of integrated methodologies for the surveying and representation of 16th-century military architecture. Survey sketches at various levels of detail, along with two- and three-dimensional graphic syntheses that accompany field operations, complete the process of site analysis. This process relies on direct contact with the architecture and landscape, as well as a survey that benefits from modern computing technologies and non-contact instruments, which are essential when the condition of degradation and site accessibility are unfavourable. The use of both digital and traditional tools, effectively combined, allows for the creation of a valuable knowledge database, both quantitatively and qualitatively, especially in terms of communication. The ability to transmit and disseminate the findings is ensured by applying traditional graphic techniques to digital models obtained through photogrammetric methods supported by a polygonal instrument network and laser scanning technology. The proposed digital models evoke 16th-century graphic schemes, ensuring a comprehen-

sive understanding of the technical, constructional, and functional aspects of the bastioned system. An example of this is the representation of the San Juan fort in Puerto Rico. In this case, the proposed exploded axonometric drawing recalls designs found in Girolamo Cataneo's treatise, showing the construction, volumetric, and functional characteristics of the entire fort and a specific portion of it. The graphic work divides the bastion into three levels: the first level – structures, the second level – casemate gun positions, and the third level – the bastion square with artillery positions.

The fortification drawings created by Leonardo, analysed during doctoral research by Matteo Bigongiari, are of particular interest for studying the evolution of the "modern" fortification system. This graphic heritage helps to understand how design solutions and forms evolved, and in some cases were realized, between the second half of the 15th century and the first half of the 16th century. The analysis of these drawings also allows us to assess Leonardo's influence on the architectural landscape of the time. His drawings are an important documentary source on the use of graphic models, with the cavalier axonometry being the most notable. In examining this heritage, in addition to the frequent use of axonometric representation aimed at illustrating the operation of these war machines, we also see planimetric schemes that closely resemble current configurations. These allow, starting from a survey of the present state, a reconstruction of historical configurations.

An integration of surveying methodologies and representation techniques characterizes the study of the Santa Croce bastion in Cagliari. Since 2008, a series of investigations and in-depth studies, entrusted to specialists in the fields of Representation and Geophysics, have been carried out on the architectural and static characteristics of the bastion, designed and built in the second half of the 16th century by military engineers and expanded in the 18th century. The comparative results of the analysis of historical documentation and integrated surveying operations, primarily aimed at verifying the static conditions of the monumental complex, were initially translated into images comprehensible only to a small circle of experts. Subsequently, the focus shifted toward creating a graphic repertoire exploring various models that could form an interdisciplinary mosaic, allowing the results to reach a wider audience and promote both critical analysis and the dissemination of the findings. The numerous drawings made from life with pencil and pen at varying levels of detail, watercolor renderings for a chromatic

representation of surfaces, redrawing on photographic bases with the characterization of forms related to military architecture, the construction of 3D models from integrated surveys, and the inclusion of seismic tomography results into sections directly extracted from the 3D database for reading the construction system's conditions, were the first outcomes of the research. However, this was not sufficient to reveal and explain the "invisible" aspects of the fortified landscape—what lies beneath the "skin" of military architecture. Therefore, the team decided to explore the possible integration of graphic techniques by working within a digital environment while using procedures linked to traditional drawing. The goal was to "bring closer" the purely technical and precise drawings offered by current surveying methodologies to the forms of representation typical of freehand drawing, taking advantage of the possibilities offered by digital databases to "turn on and off," make certain aspects transparent, or highlight them to facilitate understanding. To this end, the 3D model, resulting from the combination of instrumental, photogrammetric, and geophysical surveys, rich in information about the internal structure of the bastion and its visible and non-visible architectural and material characteristics, was superimposed on a recent oblique photo of the current urban context. This allowed the team to tell the story of a stratified site with clarity and completeness. Two additional case studies that demonstrate the results of a hybrid approach to the representation of fortifications, integrating manual drawing and digital technologies, are the San Pancrazio Tented Fort in Cagliari and the Santa Barbara fort in Alicante.

The graphic reinterpretation of the tenaille of San Pancrazio, carried out through a structuralist approach, reveals the volumetric and functional complexity of the transformations completed during the 16th century.

The analysis and representation of the Santa Barbara fort, carried out through watercolour and ink drawing, instead allowed for the exploration of the interaction between the fortification and the landscape, offering an interpretation that goes beyond mere technical description. This hybrid methodology for representing and communicating historical fortifications, combining analogue and digital tools, preserves the expressiveness of manual strokes while ensuring precision and adaptability.

The use of drawing software on a tablet (iPad with Apple Pencil), integrated with 3D CAD models, satellite images (Google Earth), or photographic imagery, supports spatial and perceptual readings, making the methodology suitable for a wide range of communication objectives.

Andrea Pirinu

It fosters a visual and scientific narrative capable of conveying the values of fortified heritage to both specialized audiences and a broader public. In the case of the Santa Barbara fort, the perceptual approach not only communicated the physical characteristics of the military architecture but also highlighted its symbolic significance and role in the collective imagination.

The selection of integrated procedures for surveying and representation concludes with the graphic reconstruction proposed by Silvia Bertacchi, the result of an analysis of the drawings found in Antonelli's treatise.

Through a characterization of the drawing style that recalls 16th-century graphic models, the proposed representation of the bastioned system's functioning and construction technique combines both communicative clarity and expressiveness.



Fig. 184. Mensola a sostegno della garitta nel bastione di Santa Croce a Cagliari (disegno su iPad con Apple pencil da Pirinu e al. 2020).



Fig. 185. Scorcio del bastione di Santa Croce dalla via Cammino Nuovo a Cagliari (disegno su iPad con Apple pencil).

Note

⁷ Per un'utile descrizione dei modelli di artiglieria in uso all'epoca vedasi *Le artiglierie dello Stato Pontificio tra XIV e XVI sec.*, tesi di laurea specialistica in Archeologia di Rossella Scordato, Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali, anno accademico 2009-2010, Relatore: Prof.ssa Angela Lanconelli Correlatrice: Prof.ssa Elisabetta De Minicis Correlatore: Dott. Renato G. Ridella.

⁸ Le artiglierie possono ora efficacemente mostrare tutta la loro potenza: "l'impeto delle artiglierie è tale che non trova muro ancorché grossissimo che in pochi giorni ei non abbatta" scriveva Machiavelli a proposito della spedizione in Italia di Carlo VIII (Lentini 2006).

⁹ Alla fine del XV secolo Carlo VIII utilizza in Italia (1494) i cannoni a palla di metallo in luogo di quelli a palla di pietra. Questa modifica determina un aumento della velocità dei proiettili e di conseguenza una maggior capacità distruttiva. Inoltre, come riportato in Casu et al. 1995, p.231, «la polvere, costituita da salnitro, zolfo e carbonella, raggiunse progressivamente un maggior grado di purezza grazie alla nuova tecnologia di lavorazione che, abbandonando la tradizionale via secca, veniva preparata per via umida dando luogo ad un composto omogeneo che dopo l'avvenuta macinazione presentava grani di dimensione pressoché costante», con un conseguente aumento della velocità e della gittata dei proiettili.

¹⁰ G. Maggi: «Alle muraglie, che non hanno scarpa, ancor che non tanto per la grossezza, quanto che per la buona colligatione fortissime, come è quella di Pisa, se ve la vorremmo fare, dove s'haverà a dare il terrapieno, s'avverterà di fare gli sfogatoij dell'acqua nella parte più bassa, e sparger nel terrapieno della stipa che tenga il terreno colligato fino a tanto che col tempo s'assodi, e vi si planteranno sopra due ò tre file d'arbori, quali con le radici habbiano a mantenerlo più unito. Ma quando la muraglia sia molto alta, e pur vorremmo terrapienarla fino a sommo, e'l terreno sarà gravissimo, si faranno come hò un'altra volta detto, dal lato di fuori piccoli contraforti che con le sommità loro venghino a fornire a mezo la cortina, e riempiti gli spatij che restano fra quelli, di terra ben battuta e calcata, si vestirà il terrapien loro d'una sottil camicia collegata co' detti contraforti, & in tal maniera si verrà a fare una utilissima scarpa».

¹¹ Sari 1988, pp. 55-56: «Le scarpe, comparse per la prima volta nel Trecento alla base di torri e mura con lo scopo precipuo di assicurare una distanza prudenziale e incolmabile tra le scale mobili e l'opera fortificata e consenti-

re il rimbalzo dei proiettili lanciati dall'alto (con la possibilità di offendere al di là del perimetro del piede, evitando al contempo che quelli nemici colpissero perpendicolarmente il muro), offrivano nel XVI secolo per il conseguente maggior spessore che venivano a creare alla base della cortina, una massa più resistente anche contro la temibile potenzialità delle mine sotterranee». Marconi 1988, p. 27: «Basti guardare come la scarpatura dei muri, ancora nel '400 è raccomandata come un buon espediente contro le scalate (per voce di Leon Battista Alberti) divenga un altrettanto buon espediente per indirizzare il rimbalzo delle palle contro il toro in pietra, e per ospitare cospicui terrapieni».

¹² Espressione che ricorre nei documenti in lingua spagnola per indicare la realizzazione di terrapieni a ridosso delle cinte murarie, esistenti al fine di aumentarne lo spessore e quindi la resistenza agli urti e di consentire l'alloggiamento e il transito dei cannoni.

¹³ Le cosiddette rondelle sono l'esito della cimatura delle torri preesistenti e di scarpe raddoppiate con fasciature che conducono ad un diametro prossimo alla misura dell'altezza della torre e pari al livello delle cortine, come peraltro indicato da Francesco di Giorgio Martini che ne indica la misura – diametro e altezza – da stabilire entrambe tra i 50 e i 60 piedi, e da potenziare ulteriormente con una scarpa di trenta piedi di altezza (Promis, 1841, p. 263; di Giorgio Martini, Milano 1967, p. 437). Il castello di Monte Sant'Angelo (Puglia), come attesta la targa lapidea del 1491, fu costruito sotto la direzione di Francesco di Giorgio Martini su committenza reale di Ferdinando d'Aragona. I lavori consistettero nell'incamiciatura e nel riadattamento delle preesistenze, nella realizzazione di nuove cortine e di una torre cisterna molto simile ai torrioni aragonesi del castello di Manfredonia realizzati tra il 1485 e il 1491. La costruzione di un torrione a mandorla verso il mare è a tutt'oggi un elemento fortemente identitario del castello, anche per la sua corrispondenza formale e strategica, oltre che con Taranto, con tutti i castelli dove la presenza di Francesco di Giorgio è non soltanto documentata ma anche solo presunta (Promis, 1841, pp. 254-271; di Giorgio Martini, 1967, pp. 428-443). Un intervento analogo, con incamiciatura delle torri esistenti, è presente anche nel castello di Gallipoli.

¹⁴ Come si osserva nel baluardo di Spagna (baluardo poligonale con pareti prive di scarpa, ma perfettamente a piombo, che ingloba la torre cilindrica preesistente), nel baluardo del Carretto e nel baluardo d'Alvernia (Santoro 2014, p.37).

¹⁵ L'analisi formale mostra una certa somiglianza con il baluardo Dusay realizzato a Cagliari agli inizi del Cinquecento.

¹⁶ “Le forme resistenti, quelle che fin dalla loro stessa concezione mostrano una maggior solidità in quanto a forma, furono le protagoniste della trasformazione delle fortificazioni, con modelli raggruppabili in due famiglie: quella delle superfici curve e quella dei piani inclinati. Prendendo come punto di partenza il confronto tra le rocche di Sassocorvaro e Mondavio – fortificazioni caratterizzate dall’uso delle forme curve o angolate – vengono poi studiate diverse fortificazioni, fra le quali quelle di F. di Giorgio Martini, Leonardo da Vinci o Albrecht Dürer, strutture nelle quali si manifesta questo tipo di concezione geometrica. In questo sviluppo, le forme basate su piani inclinati assunsero un protagonismo crescente a scapito delle forme basate su superfici curve. L’angolo acuto fu istituito come principale risorsa geometrica ed espressiva della fortificazione e si concretizzò nella tipologia del bastione angolare” (op.cit. Oronoz p.48).

¹⁷ Un interessante caso è rappresentato dal baluardo Dusay a Cagliari, oggetto a partire dall’inizio del XVI secolo di un progressivo ridisegno della forma e del sistema di difesa che conserva (ancora oggi) un interessante repertorio di postazioni per artiglieria. L’opera viene modificata nella seconda metà del secolo con l’inserimento di archi e volte e di un terrapieno, necessari per aumentare la resistenza delle murature e per consentire il posizionamento e la movimentazione delle artiglierie sulla piazza del baluardo stesso (Pirinu 2018b, fig.7, p.343).

¹⁸ La fortezza “nuova” ha una forma quasi quadrata con agli spigoli grossi torrioni cilindrici (“rondelle”) e al centro di essa, nel cortile interno, un grosso torrione cilindrico a mo’ di mastio che la sovrasta. Le proporzioni della scarpatura e dell’elemento verticale sono completate nella sommità da un elegante coronamento a sporgere in mensole di arenaria e beccatelli in cotto ad arco ogivale per il camminamento di ronda con caditoie. La nuova opera è collegata con un doppio recinto fortificato ad altre fortificazioni preesistenti e in particolare ad una torre inglobata in una “rocca”, al tempo della famiglia Belforti, poi ristrutturata con un bastione poligonale e una torre cilindrica adiacente alla porta a Selci, al tempo del Duca Gualtieri, Signore di Volterra nel 1342.

¹⁹ Gli esiti della sperimentazione concorrono nella definizione di soluzioni tecniche innovative che possano far fronte alla sfida portata dall’artiglieria pesante; la balistica, la statica, la dinamica dei crolli e l’uso dei materiali sono i temi attorno ai quali ruoterà la sperimentazione in

atto, a partire dalla seconda metà del Quattrocento, ad opera di architetti, matematici e uomini d'arme.

²⁰ Come si osserva nell'analisi del forte dell'Aquila (Centofanti 2008).

²¹ Un primo esame del manoscritto si deve a Carlo Promis (1841).

²² Francesco di Giorgio Martini realizzò due versioni del trattato; la prima versione corrisponde al codice Ashb.361 (Laurenziano) e al codice Saluzziano 148 della Biblioteca Reale di Torino. La seconda stesura si trova invece nella Biblioteca Nazionale di Firenze (codice Magliabechiano II.I.141); in quest'ultima è conservata anche la traduzione di Martini del *De Architectura* di Vitruvio (op. cit. Bertocci e al. 2019).

²³ Il codice Laurenziano Ashb.361 è una delle versioni manoscritte e miniate del Trattato di Architettura Civile e Militare dell'architetto senese Francesco di Giorgio Martini. Il manoscritto Laurenziano è lo stesso elencato da Leonardo nel Codice II di Madrid (ai fogli 2v e 3r) e quindi l'unico testo ad oggi conosciuto ad esser stato sicuramente nelle mani di Leonardo da Vinci: la tesi è confermata dalla presenza su 8 pagine del volume di chiose autografe e schizzi di Leonardo (Bertocci e al. 2022).

²⁴ Nel paragrafo XXXIII, in particolare, è presente una descrizione dettagliata dei componenti della fortificazione ideale secondo F. di Giorgio Martini.

²⁵ Tema affrontato negli stessi anni da Antonio Averlino detto il Filarete all'interno del Trattato di Architettura, datato intorno al 1464, nel quale si definisce la città/fortezza ideale di Sforzinda. La città si sviluppa su una pianta a otto punte, ottenuta sovrapponendo due quadrati ruotati rispettivamente di 45°, perfettamente inscritta in un cerchio, il quale rappresenta il fossato. La forma stellare corrisponde alla cinta muraria, che anticipa la definizione del fronte bastionato, il quale sarà sviluppato alcuni decenni dopo per adeguarsi allo sviluppo delle armi militari. Ad ogni punta della stella si colloca una torre, mentre ad ogni conca corrisponde una delle otto porte. Tutti gli accessi alla città avvengono tramite grandi portali. Da ogni porta e da ogni torre parte una viabilità rettilinea che raggiunge il centro della città, dove si apre una piazza circondata da edifici. Una corona di piazze minori si trova a circa metà dei sedici assi viari.

²⁶ Viganò 2004, p. 183. "Acompagnar las obras con la naturaleza del sitio": espressione con la quale l'ingegnere militare Giorgio Paleari si rivolge al suo direttore dei lavori durante la realizzazione delle opere di fortificazione a Cagliari in Sardegna.

²⁷ Bevilacqua 2010, p.29.

²⁸ Martorano 2002. Op.cit pg.361 “A Crotone i rebellini non sarebbero dunque opere avanzate, torrioni aggiunti alle cortine, per allontanare la difesa dalla fortificazione vera e propria. Andrebbero invece identificati in una sorta di strutture poco elevate, scarpate, con il cammino di ronda sovrastante, che venivano costruite per concentrare la difesa a quota bassa, dato che all'antico tiro parabolico si veniva sostituendo quello radente di maggiore efficacia”.

²⁹ Approccio diametralmente opposto a quello di L.B. Alberti.

³⁰ Riferimento a figure antropomorfe (Bertocci e al. 20- 22, p.359). La frase di apertura del trattato “Parmi di formare la città, rocca e castello a guisa del corpo umano...” e corredata da disegni e schemi di impianti urbani paragonati alle forme antropomorfiche.

³¹ “Quest’ultimo, di cui lo stesso Francesco rivendicava la paternità, consisteva in una sorta di bassa galleria con bocche da fuoco situate strategicamente, da collocarsi agli angoli delle mura delle fortezze. Questi corpi, molto avanzati verso il fossato, potevano essere collegati alle mura per mezzo di un passaggio sotterraneo” (da MGB 2010, p.30).

³² Pannuzi 2009, p.30. In questo senso devono dunque leggersi i forti echi martiniani che ritrovano in varie parti della roca ostiense (rivellino. Corridoi delle casematte, puntone).

³³ Un’interessante ricerca interdisciplinare relativa alla costruzione di una metodologia originale per l’interpretazione dei disegni contenuti nelle versioni manoscritte del Trattato è in corso da parte di Stefano Bertocci, Matteo Bigongiari, Gianlorenzo Dellabartola. La metodologia di analisi è strutturata in tre fasi principali: lettura critica del testo facendo tesoro degli studi pregressi; studio dei disegni presenti nel codice, cercando la specifica correlazione con la relativa parte testuale del manoscritto; infine, il confronto tra le architetture rappresentate nel Codice e alcune fortezze coeve al manoscritto (in questo caso la ricerca mira all’individuazione di elementi graficizzati dall’autore ed effettivamente realizzati all’interno di progetti realizzati da lui stesso o da architetti a lui contemporanei). Questo processo ha portato ad avere, per ogni fortificazione rappresentata nel Codice, elaborati tecnici esatti quali piante, sezioni ed assonometrie che corrispondono non all’idea e alla suggestione visiva che l’autore aveva voluto dare tramite le sue rappresentazioni, bensì alle prescrizioni dimensionali descritte nel testo e quindi alle caratteristiche che queste avrebbero avuto se fossero state effettivamente realizzate.

³⁴ Nella sua bottega si formano artisti e progettisti del calibro di Giuliano e Antonio da Sangallo e Baccio Pontelli. È autore di numerose opere tra le quali la fortezza nuova di Volterra (1472-1474). Tra le altre fortificazioni di cui si occupò il Francione, si ricordano il rafforzamento della cinta muraria di Colle di Val d'Elsa (1479) e la Rondella di San Francesco di San Gimignano (1470-1480), la "roccetta" di Pietrasanta (1485-1488), la Cittadella fortificata di Sarzana (1487-1492) con uno schema quadrato simile a Volterra e la Fortezza di Sarzanello (1492-1502), che rappresenta la sua opera più moderna, di forma triangolare, con una scarpa molto alta, parapetto smussato, postazioni di tiro coperte, grande rivellino triangolare (che ricorda un disegno di Leonardo), ma sempre con grandi bastioni circolari sui vertici della pianta.

³⁵ Il tema del fianco ritirato, concavo o rettilineo, con le bocche da fuoco per la difesa radente protette da spalle in muratura - i cosiddetti "orecchioni" o "musoni" - costituì di fatto un segno distintivo ed originale dell'architettura militare dei due fratelli, ed in particolar modo di Giuliano (da Bevilacqua 2010, p.33).

³⁶ Si formò nella bottega fiorentina condotta dagli zii, Giuliano e Antonio da Sangallo il Vecchio. Nel 1503 si recò a Roma, dove rimase praticamente per tutta la vita, assieme allo zio Giuliano, al servizio dei pontefici di casa Medici, Leone X (1475-1521, Papa dal 1513) e Clemente VII (1478-1534, Papa dal 1523). Gli furono affidati incarichi di primaria importanza, come la direzione della fabbrica di San Pietro (nel 1520, come successore di Raffaello), la costruzione di Palazzo Farnese, quella della chiesa di Santa Maria di Loreto al Foro Traiano (1507), oltre ad altri edifici pubblici e privati. Come architetto militare progettò le fortificazioni urbane di Roma, la Fortezza da Basso di Firenze (1534-1537) assieme a Pierfrancesco da Viterbo, Nanni Unghero e Alessandro Vitelli, e quella di Ancona (1532).

³⁷ Al servizio della Serenissima dal 1530, l'architetto ma prima ancora urbanista e pianificatore, inizia la sua opera di infrastrutturazione del territorio fortificato a partire dalla cerchia difensiva che racchiude i due borghi di Legnago e di Porto, separati dall'Adige. La sua opera prosegue con gli interventi a Verona (1531) e in particolare, a partire dal 1535, con la nomina a sovrintendente per la laguna e alla fortificazione dei luoghi da Terra e da Mar nei siti di Zara, Corfù, Candia e Creta, per citarne alcuni.

³⁸ Architetto militare di Carlo V, fu autore nel 1535-1540 del progetto per il Castello di Mola di Bari (1535-40), che ricorda il forte di Livorno (1531-1540) di Antonio da Sangallo il vecchio e il forte a stella di Montpellier, per il Ca-

stello di Barletta (1537) e per il Castello di Copertino (1540), quest'ultimo per ordine di Alfonso Castriota, principe di Albania e conte di Copertino. Possibile attribuzione per le opere del Castello di Parabita (1540 circa) e del torrione difensivo di Margherita di Savoia. Prese parte alla realizzazione delle fortificazioni di Malta durante il grande assedio del 1565 (da qui l'affinità dei suoi lavori con l'Escrivà).

³⁹ Opera di Antonio da Sangallo il Vecchio, che non mostra ancora l'utilizzo dei fianchi traditori.

⁴⁰ Fiore F. P. 1988, op.cit., pp.22-23, "il forte di Nettuno è la prima fortezza moderna dove il fiancheggiamento è completo e l'intersezione tra i bastioni a orecchioni e la cortina rettilinea è pienamente risolta, con le cannoniere più alte disposte nella gola del bastione: soluzione annunciata, ma non realizzata, a Civita Castellana. Inoltre, il vertice dei bastioni è arrotondato per aumentarne la resistenza come a Civita Castellana, soluzione che avrà seguito nelle fortificazioni fiorentine realizzate a Livorno da Antonio ed a Pisa da Giuliano, quest'ultima condotta sotto la supervisione del Machiavelli".

⁴¹ Sconfienza R. 2000, op.cit., pp. 409-440, "I vantaggi derivanti dall'adozione del quadrilatero sono ben illustrati in un trattato anonimo del XVI secolo, in cui si spiega che tale figura è assai apprezzata dagli ingegneri militari, perché viene realizzata con poca spesa, dovendosi edificare soltanto i quattro bastioni d'angolo, è assai adattabile alle più svariate condizioni morfologiche dei siti piccoli, determina di conseguenza la necessità di una ridotta guarnigione, e, infine, è anche applicabile alle piazze di campagna, essendo il tipo più facile e veloce da realizzarsi. L'anonimo aggiunge inoltre che, a livello progettuale, si devono tracciare le direttrici delle cortine perfettamente ortogonali fra loro e che le linee capitali dei bastioni devono geometricamente coincidere con i prolungamenti delle diagonali del quadrato; la gola di ciascun bastione infine deve corrispondere ad 1/8 della cortina" (Anonimo, Delle fortificazioni - copié litteralement sur le mss. de la bibliothèque N.e de Paris fonds de Bèthume n. 744 par A. Teules élève pens.re de l'Ecole N.e de Chartres, capitolo: Del quadro et sue misure, pp. 124-131). Presenta, inoltre, questo modello il Cataneo (Cataneo P., *L'Architettura* di Pietro Cataneo Sanese, Venezia 1567, Libro Primo, Cap. VIII: Recinto di mura quadrato per castello o città piccola posto in piano sottoposto a batterie con le misure de la sua pianta, e da quella tiratone il suo alzato per ordine di Prospettiva, pp. 17-19.), facendo anch'egli notare il miglior impiego in siti di ridotte dimensioni areali, e propone una cittadella quadrilatera per il suo primo

modello teorico di città portuale (Cataneo P., *L'Architettura di Pietro Cataneo Senese*, Venezia 1567, Libro Primo, Cap. XVIII: Della città maritima con la cittadella ..., pp. 34-37). L'impiego per siti piccoli e d'altura è ribadito infine da un altro autore anonimo, presumibilmente riconducibile al XVI secolo (Anonimo, *Regole di fortificazione*, Codice anonimo esistente nella Libreria Magliabechiana Classe 19, Pacchetto 4, n. 4. Copiato dall'Architetto Carlo Chirici 1833), nonché dal Maggi e dal Castriotto (Maggi G., Castriotto J.F., *Della fortificazione delle città di M. Girolamo Maggi, e del Capitan Iacomo Castriotto, Ingegnero del Christianissimo Re di Francia*, Libri III, Venezia 1564, Libro Secondo, Cap. III p. 43, Come e con che difese s'habbia à fortificare un sito quadro: "Non voglio restare, per non discontentar l'occhio nella prima vista, di cominciare co'l quadro, anchora che questa sia fra tutte l'altre la più imperfetta forma da fortificarsi Questa forma ne' luoghi piccioli non s'ha da biasimare, ancorche e suoi Balluardi necessariamente, acciò le fronti siano guardate, venghino ad havere gli angoli acuti. Per il che comunemente serve à castelli, e rocche, e ad alcune terre picciole, come in molti luoghi in Italia, fuor d'Italia si vede".

⁴² Anche con doppia inflessione come si riscontra nelle opere realizzate a Pisa.

⁴³ Baluardo di Porta Pispini o San Viene a Siena del Peruzzi (1526) ed il baluardo Ardeatino a Roma di Antonio da Sangallo il Giovane (1537).

⁴⁴ Viganò 1994 e Viganò 1999.

⁴⁵ Tra questi numerosi esempi di reimpiego dei torrioni cinquecenteschi con funzione di "cavalieri".

⁴⁶ In questi territori la famiglia degli Antonelli da Gatteo avrà un ruolo di primissimo piano nella realizzazione delle fortezze dell'America centrale (Parrinello, Picchio 2019).

⁴⁷ Guidoni E., Marino A. 1983, op.cit., p.223. "L'opera realizzata a forma di pentagono rappresenta una mediazione tra la geometria netta (imposta dalle traiettorie del fuoco) ed il sistema tecnico spaziale di controllo e di misurazione dell'intero cerchio dell'orizzonte; i disegni preparatori mostrano una raggiera di direzioni che indica le "rose di visuali della fortezza verso i punti principali della città e dei dintorni e si notano alcune relative distanze".

⁴⁸ Con la partecipazione di Pierfrancesco da Viterbo e Nanni Unghero (G.C. Romby in Villa 2009).

⁴⁹ Manetti R. in Fara A. 1988, op.cit., p.115, "Senz'altro riferibili alla Fortezza sono invece gli studi per la ricerca di una matrice geometrica ideale, nei quali il Sangallo esplorò gli schemi e le combinazioni stellari che scaturiscono dalla rotazione delle figure madri, dotate di un va-

lore simbolico profondo: il triangolo, il quadrato, il pentagono. Il Sangallo adottò infine la forma pentagonale, inizialmente isoscele ed inseribile in un cerchio. Mentre l'Umanesimo del Magnifico Lorenzo aveva trovato espressione nel pentagono allungato del Poggio Imperiale, dove si esaltavano le proporzioni armoniche della figura umana, l'assolutismo del nuovo principato si rispecchiava in una pianta riconducibile al cerchio, cioè in una figura dotata di un solo centro geometrico, come il principe era il solo centro della società civile".

⁵⁰ Lavora con il Sangallo a Roma e successivamente opera in Spagna, dove fonda nel 1552 la cittadella di Roses e nel 1554 disegna la cinta bastionata di Ibiza nelle Baleari, quest'ultima interessata più tardi dall'intervento dei fratelli Paleari.

⁵¹ Con minime differenze tra le misure degli elementi della fortificazione (Spallone 2017).

⁵² Costruita in due anni da vari ingegneri italiani diretti dal milanese Gabrio Serbelloni.

⁵³ Viganò M. 2004, op. cit., p. 231. In merito alla figura del Paciotto, Marino Viganò scrive: "Un tecnico che Giovan Giacomo deve aver conosciuto a Milano agli inizi degli anni '60, quando il primo era da poco ingegnere capo dello stato".

⁵⁴ Van de Heuvel 1994, p. 154: "Apparently Paciotto and his direct successors worded in different places with a more or less fixed model of the regular Turin-Antwerp type of which the outline of the bastions and curtains could be easily determined with the help of a circle".

⁵⁵ Possiamo citare l'attività degli Antonelli in America Centrale.

⁵⁶ Originario di Valencia, al seguito delle truppe spagnole giunse in Italia, ove frequentò la corte di Urbino (Federico di Montefeltro...) prima di trasferirsi nel Regno di Napoli, al servizio del viceré Don Pedro de Toledo, per il quale progettò il Castel Sant'Elmo di Napoli, il castello di L'Aquila, le fortificazioni di Capua e di Nola (da Cardone 2003).

⁵⁷ Progetto di difesa riproposto agli inizi del '700 e oggetto di pubblicazione in Pirinu, Schirru 2022.

⁵⁸ Preferiti dal capitano Castriotto rispetto alla forma quadrangolare.

⁵⁹ Buccaro, Rascaglia 2020.

⁶⁰ Romeo Carabelli (1999) su Benedetto da Ravenna: "Si ipotizza avesse già progettato verso il 1530 la fortezza di Vila Viçosa, che presenta torrioni per artiglierie, merlature paraboliche e forti legami con disegni di Leonardo da Vinci" (op. cit. Carabelli 1999, p.97).

⁶¹ Si tratta di soluzioni stilistico-costruttive finalizzate alla protezione della base del baluardo ma che, allo stesso tempo, conferiscono eleganza alla soluzione progettuale.

⁶² La ben più famosa e quasi intatta fortezza di Palmanova in Friuli è in realtà una filiazione di quella di Nicosia: una stella questa volta a nove punte, ideata dallo stesso architetto militare, appunto l'uomo d'armi e nobile friulano Giulio Savorgnan di Osoppo. Molto simile a queste due costruzioni era anche la perduta cittadella esagonale di Casale Monferrato, progettata questa volta (per i Gonzaga) da Germanico Savorgnan (1554-1597), il quale, guarda caso, accompagnò appena tredicenne lo zio Giulio nella sua missione a Cipro. Giulio scrisse nel 1567, poco dopo il suo arrivo nell'isola, che la sua idea era proprio quella «d'andar a far in quel regno il modello del forte, che io desidero che sia fatto in Friuli». Le due grandi stelle di Giulio ebbero in seguito, com'è ben noto, un destino opposto: Palmanova del Friuli non ha mai subito nel corso dei secoli alcun vero assalto, né mai divenne un importante punto strategico; Nicosia venne invece aggredita dai turchi quando non era ancora completata e cadde ben presto nelle loro mani, dopo un mese e mezzo soltanto di assedio! (p.136, op.cit., Walter Panciera in "Giulio Savorgnan e la costruzione della fortezza di Nicosia (1567-1570)", in *La Serenissima a Cipro. Incontri di culture nel Cinquecento*, a c. di E. Skoufari, Viella, Roma 2013, pp. 131-142).

⁶³ Alla realizzazione del progetto prese parte una squadra di ingegneri, trattatisti ed esperti architetti militari facenti capo all'Ufficio Fortificazioni di Venezia, tra i quali il soprintendente generale Giulio Savorgnan, principale progettista della fortezza. Il 7 ottobre 1593 venne posata la prima pietra per la costruzione della nuova fortezza.

⁶⁴ Giuliana Finizio, citando Sica P., *L'immagine della città da Sparta a Las Vegas*, Bari 1970, p. 145, "In quel momento l'ingegneria delle fortificazioni acquista la sua autonomia professionale e nella separazione specialistica lascia presto cadere i motivi simbolici e le implicazioni ideali che derivano dall'ambiente umanistico, mentre scopre la strumentalità della forma stellare nella difesa contro le armi da fuoco pesanti e il piano radiale come efficiente collegamento interno. La fortificazione perfetta sostituisce la città ideale".

⁶⁵ Le dimensioni delle cittadelle riportate nella figura derivano dalla lettura della scala metrica presente nel disegno d'archivio (come nel caso della cittadella di Anversa non più esistente) o dalla misura delle strutture esistenti, così come deducibile dalle foto aeree o da operazioni di

rilevamento.

⁶⁶ Raffronto dimensionale oggetto di studio in Ghiretti 2004.

⁶⁷ Rielaborazione grafica del rilievo-progetto della Cittadella di Perpignan pubblicato in Leydi 1994.

⁶⁸ Nel cantiere di Sabbioneta operò inizialmente l'ingegnere novarese Girolamo Cattaneo, il quale cita Vespasiano Gonzaga nel suo trattato del 1564. In seguito, vi lavorarono i capomastri piacentini Giovan Pietro Bottaccio e Bassano Tussardi. Come attestato da un disegno di G. B. Belluzzi conservato presso la Biblioteca Nazionale di Firenze, il progetto originario considerava l'ipotesi di una cinta pentagonale, ma fu modificato in corso d'opera nella forma ad esagono irregolare poi realizzata [4].

⁶⁹ La formazione del L. iniziò, non ancora ventenne, presso D. Bramante; ne danno testimonianza alcuni disegni conservati agli Uffizi, databili al tempo di Giulio II, con segnatura UA1193 (Bruschi, p. XI). Successivamente lavorò nello studio di Antonio da Sangallo il Giovane, che il L. ricorda come suo maestro e con il quale collaborò in qualità di disegnatore per alcuni progetti, fra cui quello di S. Maria di Monserrato (1518-20), di S. Giovanni dei Fiorentini (1518-19) e nel rilievo di diversi edifici antichi. Suo è anche un disegno (UA1779) della chiesa di S. Sebastiano di L.B. Alberti (Bruschi, p. XI). Baldini (p. 343) gli attribuisce quattro incisioni ora conservate nella Kunstbibliothek di Berlino, di cui tre con monogramma "AL" e due con la data 1535. Il L. acquisì quindi abilità nel rilievo e nel disegno e anche competenze come maestro di legname. Queste sue capacità fecero decidere al Sangallo di portarlo con sé, quando nella primavera del 1526 Clemente VII lo invitò, con Giuliano Leno, Pierfrancesco da Viterbo e Michele Sanmicheli, a verificare lo stato delle rocche di Romagna e a provvedere alle fortificazioni di Parma e Piacenza (Vasari, p. 458). Da (www.treccani.it, scheda di Flavia Colonna).

⁷⁰ L'ampliamento, costituito dalla realizzazione di una tenaglia, avrebbe "guadagnato" la quota della collina della Giustizia (fig.29 a pag. 157 in Pirinu 2013).

⁷¹ Il capitolo II dal titolo "Della prima Citta che fu fatta, e del sito, e luogo della Citta", del Libro I del trattato del Maggi e del Castriotto, descrive la scelta del sito nel quale realizzare la città fortificata e l'opportunità, offerta da un posizione privilegiata, di ridurre la spesa per la realizzazione dell'opera e concepire "una fortezza fatta dalla natura". In particolare, a pag.5, si legge che: "Fabbricando in monte o colle, che non sia sopraffatto da altri monti o colli, per il beneficio della natura saremo assai piu forti, & haveremo minore spesa di muraglia, e di terrapieni,

havendoli saldiissimi, e fatti dalla natura, accosto ai quali bastera fare una sottil corteccia, o camicia di muraglia, e non così alta, quanto fa mestiero fabbricarla in piano, e saremo sicuri da Cavalieri, e da machine: anzi stando a cavalliero, non lasceremo accostar troppo vicino il nemico con gli alloggiamenti”.

⁷² Utilizzati nel 1575 da Giorgio Paleari nella rappresentazione grafica del progetto della cortina di Santa Chiara a Cagliari e pari a 22,34 cm, come riporta Giorgio Vasari (Belli 2004).

⁷³ Che interverrà inoltre a Caminha, Viana do Castelo, Oporto, Duero.

⁷⁴ Viganò 2004, p.336.

⁷⁵ Collabora per 15 anni con il capitano fratin. “Questa opera lo condusse a richiedere al re la paga da ingegnere; questo non avvenne mentre fu riconosciuta la sua capacità ed esperienza sulle fortificazioni nel momento in cui morì Jacopo Paleari ed egli ebbe la responsabilità sulle opere di fortificazione del castello di San Filippo a Setubal. Successivamente (1593) ebbe l’incarico di maestro mayor di una delle più significate fortificazioni della monarchia, quella della Montaña del Brasile nelle Azzorre” (Camara Muñoz, 2004).

⁷⁶ Svolge la sua attività al servizio di Filippo II dal 1560 al 1580, periodo nel quale si dedica alle difese della costa del levante spagnolo e dei porti dell’Africa del Nord, e dal 1580 sino al 1588, anno della sua morte, in cui si occupa delle opere idrauliche necessarie alla navigazione dei fiumi della Spagna. Nel 1575 redige le planimetrie di Cartagena, alle quali nel 1576 vengono preferite le scelte di El fratin. Nel 1579 è a Peñíscola, regno di Valencia, per terminare il baluardo di Sancta María, iniziato dallo stesso Jacopo Paleari con il quale sono frequenti i contrasti sulle scelte progettuali da adottare.

⁷⁷ Disegno di Vespasiano Gonzaga, conservato presso l’archivio General di Simancas, che mostra il tracciamento della tenaglia pensata da Jacopo Paleari (España. Ministerio de Cultura. Archivo General de Simancas, perspectiva del Castillo de Alicante con las nuevas obras de fortificación que se ponen para su mejor defensa, MPD, 19,004).

⁷⁸ Esperto militare e trattatista attivo nella metà del Cinquecento. Viene consultato per valutare la proposta progettuale avanzata da Jacopo Paleari per il rafforzamento della Goletta di Tunisi.

⁷⁹ Superati e spesso reimpiegati come cannoniere al servizio della nuova linea bastionata (Alghero) o come “cavalieri” (Lucca), come si è già avuto modo di evidenziare in Pirinu 2013a.

⁸⁰ Filippo II, re di Spagna, avuti in visione i cinque volumi di tavole del De Marchi, non volle più restituirli (Sari 1988, p. 57).

⁸¹ In Zerlenga, Cirafici 2012, interessante approfondimento sul metodo di configurazione geometrica della fortificazione proposta dall'Alghisi, sul funzionamento dell'Istromento descritto e consigliato al fine di proporzionare i siti per la costruzione e trasformare i disegni delle fortezze in strutture seguendo le proporzioni.

⁸² In particolare, in riferimento alle opere previste e realizzate negli anni '70 del Cinquecento lungo il levante spagnolo e le coste del nord Africa.

⁸³ Esiste una concreta possibilità che Francesco Paciotto possa aver conosciuto Jacopo Paleari a Milano negli anni '60 del Cinquecento.

⁸⁴ "Sembrano ottenuti dall'osservazione di modelli posti sul pavimento, composti togliendo e aggiungendo rivelini, bastioni e muraglie", in Scolari 2005, p.25.

⁸⁵ «Las maquetas continuaron existiendo, pero más por interés didáctico o para expresión del poder real, que como instrumento de elaboración y transmisión del proyecto» (Muñoz 2016, p. 35).

⁸⁶ Tra i quali: *L'Art de dessiner proprement les Plans, Profils, Elevations Geometrales & Perspectives, soit d'Architecture Militaire ou Civile* pubblicato da Henri Gautier nel 1697 a Parigi.

⁸⁷ Primi apporti scientifici in Gaiani 1998, Angelini, Sartor 2000, Docci, Gaiani. Migliari 2001.

Glossario | Glossary

1. Angolo morto o zona morta. Settore defilato di una fortificazione, coperto rispetto alle traiettorie di tiro delle artiglierie e perciò non difendibile.

Dead angle. A concealed sector of a fortification, shielded from the trajectories of artillery fire and therefore undefendable.

2. Bastione o baluardo. Elemento difensivo di pianta pentagonale, rivestito di pietre o mattoni, terrapienato o talvolta vuoto nel centro, o occupato da un cavaliere, in genere formato da due facce, due fianchi e una gola, posto all'angolo fra una cortina e l'altra, sede di artiglierie per autodifesa e difesa d'infilata di cortine e bastioni adiacenti. In spagnolo è spesso detto "cavallero", "beluarte", "bestion".

Bastion o bulwark. A defensive element with a pentagonal shape, covered in stone or brick, embanked or sometimes empty in the center, or occupied by a cavalier. It generally consists of two faces, two flanks, and a ditch, placed at the angle between two curtain walls. It houses artillery for self-defense and enfilade defense of adjacent curtains and bastions."

3. Banchina o panchetta. Camminamento per ronde posto o nel corpo di piazza, lungo il contorno di cortine e baluardi, oppure sopra la strada coperta verso il ciglio dello spalto.

Banquet or fire-step/Sentry Walk. A patrol walkway located either in the main courtyard, along the perimeter of the curtains and bastions, or above the covered way towards the edge of the rampart.

4. Barbetta. Postazione di artiglieria sopraelevata, solitamente situata su una torre o su un bastione, che permette al cannone o all'arma di sparare sopra il parapetto senza essere protetta da mura spesse. La "barbetta" è spesso aperta e consente di puntare l'arma in modo più diretto verso il bersaglio, con la protezione limitata o assente sopra la posizione di fuoco.

Gun position. An elevated artillery position, typically located on a tower or a bastion, which allows the cannon or weapon to fire over the parapet without being protected by thick walls. The "barbetta" is often open, enabling the weapon to be aimed more directly at the target, with limited or no protection above the firing position.



2. Fortificazioni di Lleida (2010).



2. Fortificazioni di Pamplona (2010).



2. Cittadella di Peniscola (2015).



3. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2010).

Andrea Pirinu



8. Cittadella di Pamplona (2010).



11. Fortificazione di Lucca (2010).



11. Cittadella di Pamplona (2010).



11. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2010).

5. Bartizan. È una torretta sporgente, tipica delle fortificazioni medievali e rinascimentali, che si trova spesso sulle mura di una cittadella o di un castello. Ha una funzione simile a quella della garitta, ma si distingue per essere una parte integrata della struttura difensiva, sporgendo dal muro principale.

Bartizan. It is a projecting turret, typical of medieval and Renaissance fortifications, often found on the walls of a citadel or a castle. It has a function like that of a sentry box, but it differs by being an integrated part of the defensive structure, protruding from the main wall.

6. Beccatello. Mensolone di pietra o mattoni per sostenere l'apparato a sporgere di una fortificazione, come i parapetti e le merlature.

Beakhead. A stone or brick corbel to support the projecting parts of a fortification, such as the parapets and battlements.

7. Bocca da fuoco.

Embrasure.

8. Camicia. Rivestimento esterno in mattoni o pietre dei baluardi e dei bastioni, in spagnolo anche “camisa”, “aforradura”, da cui bastione incamiciato o “aforrado”. External revetement. External revetement: External cladding of the bastions and bastions in bricks or stones.

9. Cammino di ronda. Qualunque parte della fortificazione destinata al percorso pedonale di soldati e ronde. Wallwalk. Any part of the fortification designated for the pedestrian path of soldiers and patrols.

10. Caponiera. Passaggio coperto e autodifensivo attraverso crenellatura, situato in genere nel fossato per consentire il collegamento sicuro fra il corpo di piazza e le opere avanzate.

Caponier. A defensive structure below ground level, often used in moats to connect internal and external works.

11. Cavaliere. Postazione per artiglierie a pianta poligonale, posta al centro e sovrastante la piazza del baluardo o la cortina, in genere conformata all'opera che domina e difende.

Cavalier. An artillery position with a polygonal layout, located at the centre and above the bastion square or the curtain, typically shaped to match and defend the structure it dominates.

12. Contrafforti. Muratura di sostegno della scarpa di una fortificazione e del contenimento del terrapieno.

Buttresses (or Counterforts). Supporting masonry of the scarp of a fortification and containment of the embankment."

13. Controscarpa. Muro opposto e più basso a quello del corpo di una piazzaforte. Ne segue il contorno, ne delimita e contiene il fossato verso la campagna, sostiene la strada coperta e la relativa banchina.

Counterscarp. Opposite and lower wall to the main body of a fortress, following its outline, delimiting and containing the moat towards the countryside, supporting the covered way and the associated parapet.

14. Controguardia. Opera a V posta davanti a un bastione, con facce parallele e più basse del baluardo stesso.

Counterguard. A V-shaped structure placed in front of a bastion, with faces parallel to and lower than the bastion itself.

15. Contromina. Lungo corridoio sotterraneo proteso dalla fortificazione verso le possibili direttrici d'arrivo degli attaccanti, munito di diramazioni cieche pronte ad essere intasate di esplosivo da far sfogare verso l'alto per far saltare la galleria di mina se conquistata dall'attaccante.

Countermine. A long underground corridor extending from the fortification towards the possible directions of attack, equipped with blind branches ready to be filled with explosives, which can be detonated upwards to destroy the mine gallery if captured by the attacker.

16. Corridoio. Passaggio voltato per collegare gli spazi della fortificazione.

Corridor. A vaulted passageway connecting the spaces within the fortification.

17. Cortina. Tratto di mura lineare o sagomato per il collegamento fra due baluardi o comunque fra gli elementi sporgenti in avanti delle difese.

Curtain. A linear or shaped section of wall connecting two bastions or, in general, the forward-projecting elements of the defences."

18. Casamatta. Postazione per artiglieria al coperto o nel corpo di baluardi e cortine, aperta verso l'esterno da cannoniere per il tiro diretto, radente e d'infilata.

Casemate. Artillery position built undercover or within the body of bastions and curtains, open to the outside through gunports for direct, grazing, and enfilade fire.

19. Cittadella fortificata.

Fortfied citadel o fortified stronghold.



12. Cittadella di Penisola (2010).



16. Cittadella di Parma (2014).

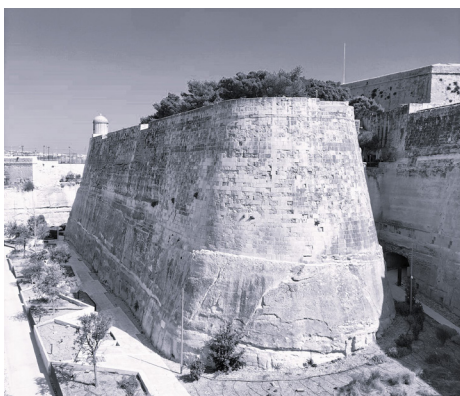


18. Bastione di Santa Croce (2010).

Andrea Pirinu



19. Cittadella di Calvi (2011).



23. Fortificazioni di Malta (2022).



21. Bastione di Santa Croce (2016).



25-26. Cittadella di Jaca (2010).

20. Cordone. Elemento decorativo di una fortificazione moderna, cordolo in pietra a sezione semicircolare posto lungo le mura a dividere la parte scarpata inferiore da quella verticale (non sempre) superiore.

Cordon. A decorative element of a modern fortification, consisting of a stone ledge with a semicircular cross-section placed along the walls to separate the lower sloped part from the (not always) vertical upper part."

21. Cunicoli di aerazione per fuoriuscita fumi.

Ventilation shafts. Ventilation tunnels for smoke ventilation.

22. Faccia. L'elemento più lungo di un baluardo e rivolto verso l'esterno della fortificazione.

Front/Face. The longest element of a bastion, facing outward from the fortification

23. Fianco. L'elemento più breve di un baluardo, congiunto alla cortina adiacente, che ospita postazioni d'artiglieria. Può essere rettilineo o con spalla a musone o orecchione e si dice in questo caso "fianco ritirato" o "fianco traditore", perché protetto dalla spalla.

Flank. The shortest element of a bastion, connected to the adjacent curtain, housing artillery positions. It can be straight or have a muzzle shoulder or ear-shaped projection, in which case it is called a "retracted flank" or "traitor flank" because it is protected by the shoulder.

24. Fiancheggiamento. Metodo di difesa con artiglierie consistente nel tiro radente alle mura della fortezza, o nella difesa reciproca di elementi fortificati adiacenti.

Flanking fire. A defense method using artillery, consisting of firing along the walls of the fortress, or the mutual defense of adjacent fortified elements.

25. Fossato. Fossa posta lungo il perimetro di una fortificazione, contenuta fra il muro di scarpa e quello di controscarpa, asciutta o piena d'acqua, libera o occupata da caponiere o altri elementi difensivi.

Moat. A trench located along the perimeter of a fortification, situated between the glacis and the counterglaciis walls, either dry or filled with water, free or occupied by caponiers, or other defensive elements.

26. Fronte bastionato. È una tipologia di fortificazione sviluppata durante il rinascimento, caratterizzata dalla presenza di bastioni e altre strutture difensive pensate per contrastare le nuove armi da fuoco, come i cannoni, che avevano reso obsoleti i sistemi di difesa medievali.

Bastioned front. The 16th-century bastioned front is a type of fortification developed during the Renaissance period, characterized by the presence of bastions, ramparts, and other defensive structures designed to counter the new firearms, such as cannons, which had made medieval defense systems obsolete.

27. Fuoco di rimbalzo. Fuoco in cui i proiettili vengono deliberatamente lasciati rimbalzare sul terreno per colpire il bersaglio.

Ricochet. Fire where projectiles are deliberately allowed to bounce or ricochet off the ground to hit the target.

28. Fuoco d'infilata. Fuoco diretto lungo la lunghezza di un bersaglio, tipicamente lungo una linea di truppe o fortificazioni, massimizzando l'efficacia dell'attacco.

Enfilade fire. Fire directed along the length of a target, typically along a line of troops or fortifications, maximizing the effectiveness of the attack.

29. Garitta di guardia o guardiola. Riparo o elemento di difesa individuale sporgente da mensoloni sul vertice o agli angoli di un baluardo.

Sentrybox. A shelter or individual defense element projecting from corbels at the top or corners of a bastion.

30. Glacis. L'area esterna di una fortificazione rinascimentale e moderna, solitamente inclinata e priva di copertura, progettata per offrire una visuale libera e facilitare la difesa contro gli attacchi nemici. Il glacis è un elemento fondamentale per rallentare l'avanzata degli assalitori, rendendo difficile per loro avvicinarsi alle mura della fortezza senza essere esposti al fuoco difensivo. La "tagliata" è un tipo di glacis, ma con l'accento sulla forma scavata o modellata del terreno per migliorare la difesa della fortezza. Mentre il glacis può essere più ampio e generico come zona inclinata esterna alla fortificazione, la tagliata tende a indicare un'area specifica dove il terreno è stato scavato o modellato in modo più mirato per favorire la difesa.

Glacis. The external area of a Renaissance and modern fortification, typically sloped and uncovered, designed to provide a clear line of sight and facilitate defense against enemy attacks. The glacis is a key element in slowing down the advance of assailants, making it difficult for them to approach the fortress walls without being exposed to defensive fire. The "cut" (tagliata) is a type of glacis, but with an emphasis on the excavated or shaped



11-26. Fortificazioni di Lucca (2010).



29. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2010).



29. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2023).



30. Cittadella di Jaca (2010).

Andrea Pirinu



31. Cittadella di Pamplona (2010).



34. Fortificazione di Lucca (2018).



35. Cittadella di Pamplona (2010).

form of the terrain to enhance the defence of the fortress. While the glacis can be broader and more general as a sloped area outside the fortification, the cut usually refers to a specific area where the terrain has been dug or shaped in a more targeted manner to improve defense.

31. Gola. Parte di un bastione rivolta verso l'interno della fortificazione, terrapienata, vuota o sormontata da un cavaliere, munita di rampe d'accesso al camminamento del baluardo stesso o aperta da porte di gallerie verso le casematte.

Gorge. The part of a bastion facing inward toward the interior of the fortification, usually terraced, empty, or surmounted by a platform, equipped with access ramps to the walkway of the bastion itself or opened by doors from galleries leading to the casemates.

32. Ingresso alla piazza per l'artiglieria.

Entrance to the square.

33. Linea capitale. Linea ideale, bisettrice del vertice di un baluardo.

Capital line. An imaginary line, the bisector of the vertex of a bastion.

34. Merlone. Spessa e larga merlatura, un poco svasata verso l'interno della piazzaforte e molto verso l'esterno, posta a dividere due successive cannoniere e come riparo dei serventi alle artiglierie.

Merlon. A thick and wide battlement, slightly tapered inward toward the interior of the fortress and more sharply outward, placed to separate two consecutive gunports and serving as protection for the artillery crews.

35. Mezza luna. Opera a V anteposta al rivelino e con facce ad esso parallele.

Demi-lune. V-shaped structure placed in front of the ravelin, with faces parallel to it.

36. Mezzo bastione. Soluzione costituita da una faccia e due fianchi.

Half-bastion. Design solution with one face and two flanks.

37. Piazza per l'artiglieria.

Square for artillery.

38. Piazza del baluardo. Zona aperta all'interno del bastione, situata sulla parte più elevata.

Parade ground. Open area inside the bastion, located at the highest point.

39. Parapetto. Parte della cortina verticale a riparo dei difensori, nella quale si aprono cannoniere divise da

merloni, che è sormontata da un largo declivio terrapienato e sagomato da contorni in pietra e mattoni.

Parapet or Breastwork. The vertical part of the curtain that provides protection for the defenders, featuring gunports divided by merlons, or surmounted by a wide, terraced slope shaped with stone and brick contours.

40. Polveriera. Deposito sicuro per la conservazione della polvere da sparo.

Powder Magazine. A secure storage for the preservation of gunpowder.

41. Pomerio. Striscia di terreno non edificato, spesso lasciata libera da costruzioni, al fine di evitare che edifici o altre strutture possano ostacolare la visibilità o l'efficacia delle difese della fortezza.

Inside open space or "pomerium". Trip of undeveloped land, often left clear of buildings to prevent structures from obstructing the visibility or effectiveness of the fortress defences.

42. Ponte levatoio. Un ponte che può essere sollevato o abbassato verticalmente per consentire o impedire il passaggio sul fossato.

Drawbridge. A bridge that can be raised or lowered vertically to allow or prevent passage over a ditch).

43. Porta fortificata. Struttura che ospita la porta principale di accesso a una fortezza.

Gatehouse or Fortified gate. A structure that houses the main entrance to a fortress.

44. Postierla. Una piccola porta o apertura secondaria in una muratura, utilizzata per movimenti segreti o di emergenza.

Postern. A small door or secondary opening in a wall, used for secret or emergency movements.

45. Pozzi di Ventilazione. Aperture atte a consentire la circolazione dell'aria all'interno di gallerie sotterranee.

Ventilation Shaft. Openings or ducts designed to allow air circulation within underground tunnels.

46. Rampa o ramparo. Terrapieno in salita che conduce alle postazioni di tiro di un baluardo.

Ramp. Uplifted embankment leading to the firing positions of a bastion.

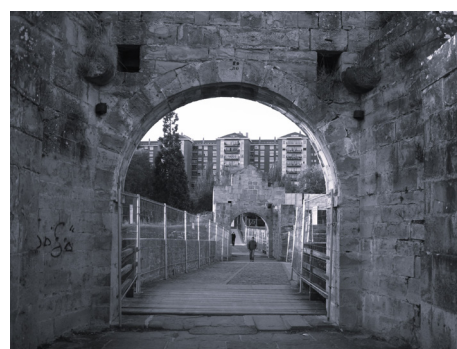
47. Rivellino. Una struttura (usualmente triangolare) avanzata situata di fronte alle mura di una fortezza; e spesso progettato per rinforzare la difesa di una cortina o di una porta principale.



41. Fortificazione di Lucca (2010).



43. Cittadella di Jaca (2010).



43. Cittadella di Pamplona (2010).

Andrea Pirinu



50. Cittadella di Pamplona (2010).



50. Cittadella di Pamplona (2010).



50. Cittadella di Pamplona (2010).

Ravelin. An advanced structure (usually triangular) located in front of the walls of a fortress; often designed to strengthen the defence of a curtain wall or a main gate.

48. Saliente. Ogni angolo di una fortificazione estroflesso e rivolto al nemico.

Salient. Any projecting angle of a fortification facing outward toward the enemy.

49. Scarpa. Parte di un rivestimento di una fortificazione leggermente inclinato dal fossato verso l'alto, divisa dal cordone dal parapetto verticale e alta in genere (non sempre) quanto la controscarpa.

Scarp. Part of the fortification's revetment, slightly inclined from the moat upwards, separated from the parapet by a fillet, and generally (though not always) as high as the counterscarp.

50. Sistema voltato. Sistema costruttivo caratteristico delle fortificazioni "alla moderna" costituito da una successione di setti murari collegati da archi o volte a sostegno del terrapieno.

Vaulted system. A construction system characteristic of 'modern' fortifications, consisting of a series of masonry walls connected by arches or vaults to support the embankment.

51. Sortita. Piccola porta riparata dietro l'orecchione di un baluardo e collegata da una scala con le piazze basse o la piazza superiore, allo scopo di permettere la rapida uscita di soldati per contrastare assalitori giunti nel fossato.

Sortie. A small gate or opening, sheltered behind the ear of a bastion, and connected by a ladder to the lower or upper platforms, designed to allow the rapid exit of soldiers to counter attackers who have reached the moat.

52. Spalla. Elemento di raccordo tra faccia e fianco ritirato di un baluardo, copre e protegge le artiglierie postate nel fianco stesso e può avere profilo quadrangolare a musone o tondeggiante a orecchione.

Shoulder. A connecting element between the face and the withdrawn flank of a bastion, it protects the artillery placed in the flank itself and can have a quadrangular muzzle-shaped profile or a rounded ear-shaped profile.

53. Spalto. Terreno leggermente inclinato a discendere dal parapetto della strada coperta di controscarpa sino al livello di campagna, le cui ondulazioni sono modellate dall'andamento di salienti e rientranti della strada coperta stessa, allo scopo di tenere il nemico costantemente

allo scoperto da angoli morti.

Berm o Revetment slope. A slightly inclined ground descending from the parapet of the covered way of the counterguard to the level of the countryside, whose undulations are shaped by the projections and recesses of the covered way itself, in order to keep the enemy constantly exposed from blind spots.

54. Strada coperta. Rappresenta una protezione aggiuntiva davanti al fossato, nella prima linea di difesa. Un passaggio coperto lungo il perimetro esterno delle mura, spesso utilizzato per gli spostamenti delle truppe senza esposizione al fuoco nemico.

Protected street/covered way. It represents an additional protection in front of the moat, in the first line of defense. A covered passage along the outer perimeter of the walls, often used for troop movements without being exposed to enemy fire.

55. Tenaglia. In genere un antemurale posto nel fossato, davanti a una cortina, parallelo a questa e con estroflessioni verso i baluardi, oppure formato da due tratti uniti ad angolo ottuso, ma qualche volta anche elemento difensivo autonomo composto da un corridoio terrapienato concluso da una branca di due mezzi bastioni.

Tenaille. Generally, a counterwall placed in the moat, in front of a curtain wall, parallel to it, with projections towards the bastions, or formed by two sections joined at an obtuse angle. Sometimes, it is also an independent defensive element consisting of an embanked corridor ending in a branch of two half-bastions.

56. Terrapieno. Riempimento in terra battuta e modellata di cortine e baluardi volto a ispessire questi due elementi della fortificazione e a formare le postazioni per artiglieria, normalmente (ma non sempre) integrato da fascine di legname.

Earthwork. Rammed earth filling and shaping of curtains and bastions to thicken them and create artillery positions, usually (but not always) reinforced with bundles of wood.

57. Traversa. La traversa viene utilizzata per rinforzare la struttura delle fortificazioni, in particolare per assorbire e distribuire il peso e per proteggerle dagli attacchi diretti, come i colpi di artiglieria. Può essere situata in posizioni strategiche, come nelle pareti di bastioni o lungo il percorso di mura di difesa, per garantire la stabilità e la



51. Cittadella di Pamplona (2010).



54. Cittadella di Jaca (2010).



55. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2010).

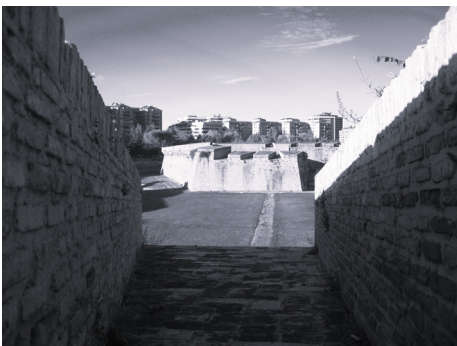
Andrea Pirinu



55. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2010).



57. Cittadella di Pamplona (2010).



58. Cittadella di Pamplona (2010).



58. Cittadella di Pamplona (2010).

resistenza della fortificazione.

Traverse. The traverse is used to reinforce the structure of fortifications, particularly to absorb and distribute weight, and to protect them from direct attacks, such as artillery fire. It can be placed in strategic positions, such as in the walls of bastions or along the defensive wall path, to ensure the stability and strength of the fortification.

58. Troniera. Sinonimo di cannoniera, postazione per artiglierie, in spagnolo “traves”.

Gun platform" o "gun deck. Synonym of gun emplacement, position for artillery.



58. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2023).



58. Forte di Santa Barbara ad Alicante (2023).

Andrea Pirinu



58. Cittadella di Ajaccio (2025).



58. Cittadella di Ajaccio (2025).

● Conclusioni

L'architettura militare "alla moderna", ideata e sviluppata dalla Scuola italiana tra la metà del Quattrocento e gli inizi del Cinquecento, si diffonde nel corso del XVI secolo in Europa, nel Nuovo Continente e lungo le coste dell'Africa e dell'Asia.

Questo modello, progettato per resistere al fuoco delle artiglierie e finalizzato alla protezione dell'intero perimetro difensivo, troverà applicazione fino alle soglie dell'Ottocento, lasciando in eredità un patrimonio architettonico e paesaggistico di straordinario valore, che, negli ultimi decenni, è oggetto di crescente attenzione anche per il suo recupero e la sua valorizzazione.

Il volume, a partire da un'ampia premessa sul passaggio dalla difesa piombante al disegno/progetto del bastione pentagonale, concentra principalmente l'attenzione sulle opere progettate e, nella stragrande maggioranza dei casi, realizzate dagli ingegneri militari lungo le coste dell'Europa mediterranea, del Nordafrica e fino a quelle dell'Atlantico, con l'intento di offrire un catalogo tipologico e strutturale.

Le riflessioni sui casi studio selezionati si basano sull'analisi di aspetti come la forma, la geometria e la rappresentazione.

I modelli formali utilizzati dagli "specialisti dell'arte di costruire fortezze" si ripetono e, a partire dalle indicazioni fornite dalla trattatistica militare o dagli esempi proposti da figure di rilievo come Francesco di Giorgio Martini, Leonardo, Francesco Paciotto e Pedro Luis Escrivà, per citarne alcuni dei più noti, vengono adattati plasticamente ai luoghi per garantire la miglior protezione di città e territori.

La geometria, esplorata nel volume attraverso l'analisi grafica dei documenti d'archivio e delle opere realizzate, governa il processo progettuale e assicura il corretto "funzionamento" di queste macchine da guerra.

Questo aspetto è stato messo in evidenza attraverso la costruzione di un catalogo delle forme, che ha messo in relazione alcune opere di riferimento, come la cittadella di Torino – un pentagono regolare – o il forte di Sant'Elmo a Napoli – un fronte tenagliato, con altre opere realizzate nel corso del Cinquecento o con i modelli presenti nei trattati dell'epoca. Le linee di progetto, spesso sovrapposte a un attento rilievo del circuito murario medievale esistente o, più in generale, del sito da difendere, sono

● *Conclusions*

Military architecture "in the modern style," designed and developed by the Italian School between the mid-15th and early 16th centuries, spread throughout Europe, the New World, and along the coasts of Africa and Asia during the 16th century.

This model, designed to withstand artillery fire from guns and aimed at protecting the entire defensive perimeter, would remain in use until the threshold of the 19th century, leaving behind an architectural and landscape heritage of extraordinary value, which in recent decades has attracted growing attention, including efforts for its restoration and enhancement.

The volume, starting with a broad introduction on the transition from sloped defense to the design of the pentagonal bastion, mainly focuses on works designed and, in the vast majority of cases, built by military engineers along the Mediterranean coasts of Europe, North Africa, and even those of the Atlantic, aiming to provide a stylistic and constructive catalogue.

The reflections on the selected case studies are based on the analysis of aspects such as shape, geometry, and representation.

The formal models used by "specialists in the art of building fortresses" are repeated and, based on guidelines provided by military treatises or examples put forward by notable figures such as Francesco di Giorgio Martini, Leonardo, Francesco Paciotto, and Pedro Luis Escrivà, to name a few of the most famous, are adapted to local conditions to ensure the best protection for cities and territories.

The geometry, explored in the volume through graphic analysis of archival documents and completed works, governs the design process and ensures the proper "functioning" of these war machines.

This aspect has been highlighted by constructing a catalogue of forms, which relates certain reference works, such as the citadel of Turin – a regular pentagon – or the Fort of Sant 'Elmo in Naples – a flanked front – with other works built during the 16th century or with the models present in the treatises of the time.

The project lines, often overlapping with a careful survey of the existing medieval defensive walls or, more generally, the site to be defended, are represented through

Andrea Pirinu

rappresentate tramite planimetrie, rilievi, sezioni e viste assonometriche, nonché ampie vedute a scala paesaggistica, elaborati grafici necessari per raccontare le linee fondamentali, le forme dei fronti bastionati e il contesto territoriale che caratterizza il sito prescelto per la costruzione dell'opera militare.

Oggi questi codici continuano a essere utilizzati per comunicare l'architettura e il paesaggio militare, potendo, peraltro, fare affidamento sulle tecnologie digitali nella fase di rilevamento e rappresentazione.

Quest'ultimo passaggio, ossia la rappresentazione dei risultati, è di fondamentale importanza per consentire una condivisione ampia e fruibile.

Tale risultato può essere ottenuto attraverso un modello "ibrido", frutto di un'integrazione tra tecniche digitali e tradizionali, capace di coinvolgere una vasta cerchia di utenti e favorire, oltre alla conoscenza approfondita del patrimonio, una larga condivisione, primo passo per la tutela di queste architetture di valore.

A tal fine, il testo, completato da ampi riferimenti bibliografici e da un glossario sui termini riconducibili all'architettura militare in epoca medievale e moderna, è supportato da una ricca serie di immagini fotografiche di forti e cittadelle, numerose elaborazioni grafiche prodotte a seguito del ridisegno critico dei documenti d'archivio e ulteriori disegni, a partire da foto aeree o ampie vedute eseguite da terra, con tecnica tradizionale.

floor plans, surveys, sections, axonometric views, and large-scale landscape views, graphic elaborations necessary to depict the fundamental lines, the forms of the bastioned fronts, and the territorial context that characterizes the chosen site for the construction of the military work.

Today, these codes continue to be used to communicate military architecture and landscapes, while also benefiting from digital technologies during the survey and representation phases.

The final step, the representation of the results, is crucial to allow broad and accessible sharing.

This outcome can be achieved through a "hybrid" model, the result of an integration between digital and traditional techniques, capable of engaging a wide range of users and fostering, in addition to a thorough understanding of the heritage, its wide dissemination – the first step toward the protection of these valuable architectures.

To this end, the text, complemented by extensive bibliographical references and a glossary of terms related to medieval and modern military architecture, is supported by a rich set of photographs of forts and citadels, numerous graphic elaborations produced after a critical redrawing of archival documents, and additional drawings, based on aerial photos or wide-angle views taken from the ground using traditional techniques.

● Postfazione

Marco Giorgio Bevilacqua

Università degli Studi di Pisa

Con questo interessante volume, Andrea Pirinu ci propone una sintesi degli esiti della sua pluriennale ricerca sull'architettura militare storica. Una ricerca svolta con passione e dedizione, con l'approccio di uno studioso che cerca di immedesimarsi nella figura di quegli architetti che, dalla seconda metà del Quattrocento alla prima metà del Cinquecento, hanno rivoluzionato le tecniche fortificatorie.

Rispetto al ben noto volume del 2013 dal titolo "Il disegno dei baluardi cinquecenteschi nell'opera dei fratelli Paleari Fratino. Le piazzeforti della Sardegna", dedicato alle figure degli ingegneri militari ticinesi Jacopo e Giorgio Paleari e al loro progetto delle fortificazioni urbane di Cagliari e Alghero, oltre ai numerosi saggi che negli anni l'autore ha pubblicato in volumi e riviste scientifiche, questo studio amplia gli orizzonti, fornendoci una lettura particolarmente interessante e originale di un'ampia casistica di esempi a livello europeo.

Il volume si concentra su fortezze e cittadelle, tema su cui, dal '400 in poi, si sono confrontati moltissimi architetti militari. È questa una stagione estremamente vivace, ricca di sperimentazioni formali e tecniche, dove la risonanza di eventi bellici a livello europeo, unitamente al fervore della cultura rinascimentale e al radicale cambiamento dell'assetto politico internazionale, nell'arco di pochi decenni porta a compimento la definitiva transizione dei modelli fortificatori da quelli antichi a quelli "alla moderna" di origine genuinamente italiana.

Nello studio, centrale è il ridisegno critico inteso come strumento interpretativo, che permette di svelare radici progettuali e matrici geometriche, comprendere forme, relazionare casi in contesti geografici solo apparentemente distanti.

Il primo capitolo ci introduce al tema, soffermandosi sugli aspetti teorici, sostanziati da una doverosa e attenta lettura di alcuni tra i più importanti trattati di architettura militare del Cinquecento.

 Afterword

Marco Giorgio Bevilacqua

Università degli Studi di Pisa

With this engaging volume, Andrea Pirinu presents a synthesis of the results of his many years of research into historical military architecture.

It is a study carried out with passion and dedication, with the approach of a scholar who seeks to identify with those architects who, from the second half of the fifteenth century to the first half of the sixteenth century, revolutionized fortification techniques.

Compared to his well-known 2013 volume, *The Drawing of Sixteenth Century Bastions in the Work of the Paleari Fratino Brothers. The Fortified Cities of Sardinia*, which focused on the military engineers Jacopo and Giorgio Paleari from Ticino and their urban fortification projects in Cagliari and Alghero - alongside numerous essays the author has published over the years in books and academic journals - this new study expands the scope, offering a particularly interesting and original reading of a wide range of examples at the European level.

The volume concentrates on fortresses and citadels, a topic that, from the 15th century onward, was addressed by a great many military architects. This was an extremely vibrant period, rich in formal and technical experimentation. The widespread impact of European warfare, combined with the fervour of Renaissance culture and the radical transformation of the international political landscape, led - within just a few decades - to the definitive transition from ancient fortification models to the “modern style,” of distinctly Italian origin.

Central to this study is the critical redrawing of fortification plans, understood as a powerful interpretive tool. This method unveils the design principles and geometric matrices underlying these works, allowing us to comprehend their forms and to relate case studies across seemingly distant geographical contexts.

The first chapter introduces the theme, focusing on theoretical aspects and supported by a necessary and attentive reading of some of the most important sixteenth-cen-

Particolarmente significativa è la sezione dedicata al repertorio dei modelli di cittadelle e fortezze. Nelle parole dell'autore "le forme e le soluzioni stilistico architettoniche impiegate dagli specialisti nel corso del Cinquecento definiscono un interessante catalogo di grande interesse progettuale e qualità architettonica e paesaggistica"; geometrie progettuali, tecniche costruttive, aspetti formali sono sempre analizzati in relazione al contesto, alla loro valenza paesaggistica.

Il repertorio dei modelli mette a confronto gli schemi geometrici planimetrici di un ampio campione di fortezze di impianto sia regolare - triangolare, quadrato, pentagonale, etc. - che irregolare, evidenziando come i siti abbiano spesso condizionato il progetto e determinato una deroga alla forma perfetta.

Nel repertorio, non è un caso che l'autore declini le forme nel loro impianto esclusivamente planimetrico, avendo ben chiaro come nel progetto di fortificazioni l'iconografia rappresenti la matrice del sistema, le forme e le mutue relazioni dei vari macro-componenti, definite da precise regole basate su principi di geometria, architettura e balistica.

Il repertorio dei modelli si traduce, quindi, in una tavola sinottica che mette a confronto le opere, evidenziando analogie formali, oltre che relazioni - culturali - tra i progettisti.

Il secondo capitolo affronta un altro tema centrale: "Per progettare la forma - scrive l'autore - è necessario conoscere la geometria, conoscere i metodi di disegno delle costruzioni geometriche e conoscere le procedure operative necessarie per la trasposizione sul terreno di esse". La realizzazione di questi progetti richiedeva una profonda conoscenza della geometria, della balistica, dei metodi di rilevamento dell'architettura e del territorio. Seguono schemi grafici che, mettendo in relazione fonti iconografiche e disegni di rilievo, evidenziano le sottili geometrie basate su traguardi ottici, punti di controllo delle operazioni di tracciamento sul sito, distanze calibrate dalla gittata delle armi da fuoco.

Come detto, nel comprendere la complessità dei sistemi fortificatori, il disegno, con i suoi codici e le sue tecniche sia tradizionali che digitali, risulta centrale e insostituibile. A questo è dedicato interamente il terzo ed ultimo capitolo, che affondando le radici nella storia dei metodi di

tury treatises on military architecture. Particularly notable is the section dedicated to the repertoire of models of citadels and fortresses. In the author's words: "The forms and stylistic-architectural solutions employed by specialists throughout the sixteenth century define a fascinating catalogue of high design interest, architectural quality, and landscape value." Design geometries, construction techniques, and formal aspects are always analysed in relation to context and landscape significance.

This repertoire compares geometric planimetric schemes from a broad sample of fortresses - both regular (triangular, square, pentagonal, etc.) and irregular in layout - highlighting how the specific sites often influenced the design, leading to deviations from the ideal, symmetrical form. In this repertoire, the author intentionally focuses solely on the planimetric layout, fully aware that in the design of fortifications, the ichnographic view (plan) represents the matrix of the entire system: the shapes and interrelationships of the various macro-components are defined by precise rules based on principles of geometry, architecture, and ballistics.

This model repertoire is ultimately presented in a synoptic table that compares the works, revealing both formal analogies and - on a deeper level - cultural relationships among the designers.

The second chapter addresses another central theme. "To design form," writes the author, "one must know geometry, understand the methods of drawing geometric constructions, and be familiar with the operational procedures required to transfer them to the terrain". The realization of these projects demanded a profound knowledge of geometry, ballistics, and surveying methods—for both architecture and the landscape. This is followed by a series of graphic diagrams that relate iconographic sources to architectural surveys, revealing the underlying geometries based on visual alignments, control points for layout operations on site, and calibrated distances determined by the range of firearms.

As previously noted, in understanding the complexity of fortified systems, drawing - with its codes and techniques, both traditional and digital - plays an essential and irreplaceable role.

The third and final chapter is entirely dedicated to this topic. Rooted in the history of representational meth-

Andrea Pirinu

rappresentazione, con particolare attenzione alle tecniche di rilievo del territorio e alla rappresentazione cartografica, declina le potenzialità della grafica digitale, con l'intento di recuperare la chiarezza espressiva dei modelli di rappresentazione classici attraverso nuovi linguaggi basati su modelli digitali parametrici e interoperabili, che permettono di raccogliere, gestire e comunicare – in modo “ibrido” come sottolinea l'autore - gli esiti di ricerche su un tema di così estesa complessità.

Mi preme sottolineare, in conclusione, come questo volume, caratterizzato da rigore scientifico e metodologico, abbia un duplice valore: da un lato rappresenta certamente un importante riferimento per studi futuri, dall'altra – per il carattere discorsivo del testo, per la chiarezza del linguaggio – ha il pregio di introdurre il lettore – specie se neofita - alla complessità del tema, fornendo gli strumenti e i metodi chiarificatori propri della disciplina del disegno.

ods, with particular attention to territorial surveying and cartographic representation, it explores the potential of digital graphics. The aim is to recover the expressive clarity of classical representational models through new languages based on parametric and interoperable digital models, which allow researchers to collect, manage, and communicate - in a hybrid manner, as the author emphasizes - the results of research into a topic of such vast complexity.

In conclusion, I wish to highlight that this volume, marked by scientific and methodological rigor, possesses a dual value: on one hand, it serves as a significant reference point for future studies; on the other, thanks to its discursive style and the clarity of its language, it succeeds in introducing readers - especially newcomers - to the complexity of the subject, providing them with the conceptual tools and explanatory methods proper to the discipline of Drawing.

● Ringraziamenti

Colleghi, giovani ricercatori e studenti di architettura, attraverso contributi diversi hanno contribuito alla costruzione del volume.

Desidero dunque esprimere la mia gratitudine alla prof. ssa Ornella Zerlenga per aver accolto l'invito a curarne la presentazione, il Comitato Scientifico della Collana "Temi e frontiere della conoscenza e del progetto" per aver accolto la mia proposta di pubblicazione, il prof. Pablo Rodriguez-Navarro per il suo contributo introduttivo ed il prof. Marco Giorgio Bevilacqua per aver redatto la postfazione.

Un sentito ringraziamento va anche all'architetto Giancarlo Sanna per i numerosi disegni e l'apporto come coautore nella stesura del paragrafo dal titolo "Metodologie integrate per la rappresentazione dell'architettura militare".

Ringrazio inoltre l'architetto Fabrizio Vargiolu per il contributo offerto in fase di impaginazione dei testi e delle immagini.

In conclusione, ma con pari riconoscenza, rivolgo un grazie sincero a tutti coloro che hanno contribuito con scatti fotografici ad arricchire la documentazione delle architetture oggetto di studio.

Bibliografia

ADORNI, B. (1989). Le grandi fabbriche e la città: fortezze e palazzi di corte dei Farnese a Parma e a Piacenza. In *D'une ville à l'autre. Structures matérielles et organisation de l'espace dans les villes européennes (XIIIe-XVIe siècle) Actes du colloque de Rome (1er-4 décembre 1986)* Rome: École Française de Rome, 1989. pp. 439-484. (Publications de l'École française de Rome, 122); https://www.persee.fr/doc/efr_0000-0000_1989_act_122_1_4605

AKACHA, J. (1999). I cristiani di Allah: architetti e ingegneri militari rinnegati al servizio dell'Impero ottomano specialmente negli stati barbareschi del Nord Africa durante il XVI secolo. In M. Viganò (a cura di), *Architetti e ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVIII secolo*, pp.55-91.

AKACHA, J., GARULLI M. (1994). Architetti e ingegneri militari italiani al presidio della Goletta di Tunisi (1535-1574). In M. Viganò (a cura di), *Architetti e ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVIII secolo*, pp. 79-101.

ALBERTI, L. B. (1485). *De re aedificatoria*, Firenze, Ed. consultata: 1966, *L'architettura. De re aedificatoria*, Milano.

ALBERTI, O. P. (1970). Le carte della Sardegna di Rocco Capellino, in *Nuovo Bollettino Bibliografico Sardo*, XII, n. 70, pp. 3-9, n. 71, pp. 3-10, n.72, pp. 3-7, e tavv. f.t.

ANGELINI, B., SARTOR, A. (2000). Quantità della rappresentazione: qualità dell'informazione. In C. Cundari, L. Carnevali (a cura di), *Il Rilievo dei beni architettonici per la Conservazione*, Napoli 15-17 Aprile 1999. Roma: Edizioni Kappa.

ANTONELLI, G. B. (1560). *Epitomi delle fortificazioni moderne di Giovambattista Antonelli*, manoscritto non pubblicato, ristampato nella sua forma originale da Sartor 2004-a.

ARMATI, C. (2009). Esempi progettuali nell'opera di Giuliano e Antonio il Vecchio da Sangallo, in Pier Francesco da Viterbo e l'architettura militare italiana del primo Cinquecento, G. Villa (a cura di), pp. 17-32, *Storia dell'urbanistica* 1/2009. Roma: Edizioni Kappa.

BALANGUER DEZCALLAR, M. J. (2019). La arquitectura de la fortaleza de Peñiscola. Una lectura a través de su historia material. Castellón: Diputación de Castellón.

BELARDI, P., MARTINI, L., MENCHETELLI, V. (2020). La rocca Paolina di Perugia. Da baluardo dell'inaccessibilità a landmark dell'accessibilità. In Navarro Palazón, García-Pulido (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2020, Vol XII, pp. 1053-1059.

BELLI, G. (2004). Un monumento per Cosimo I de' Medici, la colonna della giustizia a Firenze, in *Annali di architettura* n. 16/2004, *Rivista del Centro Internazionale di Studi di architettura Andrea Palladio*.

BERTOCCI, S., PIVETTA, M., BIGONGIARI, M. (2019). Il Codice Ashburnham 361: rilievo digitale del trattato di architettura civile e militare di Francesco di Giorgio Martini con le note di Leonardo da Vinci The Ashburnham 361 code: digital survey of the treaty on civil and military architecture by Francesco di Giorgio Martini with the notes of Leonardo da Vinci. In P. Belardi (a cura di), *Riflessioni. L'arte del disegno/il disegno dell'arte*. Roma: Gangemi, pp. 359-364.

BERTOCCI, S., BIGONGIARI, M., DELLABARTOLA, G. (2022). Interpretazione dei progetti delle fortezze nel Codice Ashb.361 di Francesco di Giorgio Martini/Interpretation of the fortress projects in the Ashb.361 Code by Francesco di Giorgio Martini. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*. Milano: Franco Angeli, pp. 153-170.

BEVILACQUA, M. G. (2004). Recupero e valorizzazione del Bastione del Parlascio a Pisa. In atti F. Ribera (a cura di) del convegno internazionale Luce tra le rocce, Salerno 29-30 aprile 2004, pp. 103-113.

BEVILACQUA, M.G. (2007). The Conception of Ramparts in the Sixteenth Century: Architecture, Mathematics, and Urban Design, *Nexus Network Journal*, Vol. 9, n. 2, 2007, Kim Williams Books, Turin, pp. 249-262.

BEVILACQUA, M.G. (2008). La fortificazione delle mura urbane a Pisa nel XVI secolo. Il rilievo delle strutture superstiti. Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze e tecniche per le costruzioni civili. Tesi di Dottorato di Ricerca. Relatori: prof. ing. Massimo Dringoli, prof. ing. Roberto B.F. Castiglia.

BEVILACQUA, M.G., SALOTTI, C. (2010). Le mura di Pisa. Fortificazioni, ammodernamenti e modificazioni dal XII al XIX secolo. Pisa: Edizioni ETS.

BEVILACQUA, M. G., PIERINI, R., PIEROTTI, M., RUSCHI, P. (2015). The Triangular Fortress of Butrint, Albania. New studies for the conservation and the valorisation. In Rodríguez-Navarro (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORT-MED 2015, Vol II, Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, pp.33-39.

BEVILACQUA, M.G., PIRINU, A. (2017). Form and Project of Modern Age Fortifications. The case of the city walls of Pisa. In V. Echarri Iribarren (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORT-MED 2017, Vol V, Alicante: Università Politecnica di Alicante, pp.231-238.

BONARDI, C. (1985). Significato della cittadella a Casale nella sua fase di impianto. In ricerche documentarie sulla cittadella di Casale Monferrato, Torino, pp. 17-21.

BRANDI, C. (1988). I disegni di Michelangelo per le fortificazioni di Firenze. In C. Cresti, A. Fara, D. Lam-

bertini (a cura di), atti del Convegno di Studi (Firenze, 25-28 novembre 1986) Architettura militare nell'Europa del XVI secolo. Siena: Edizioni Periccioli.

BROGLIA, F. (2023). The pentagonal citadels: from the banks of the river Po to the coasts of the State of the Presidii. In M.G.Bevilacqua, D.Ulivieri (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2023, Vol XIII, Pisa: Pisa university press, pp.295-301.

BRUNETTI, O. (2007). Disegni di architetture militari del Viceregno di Napoli dalla raccolta el cardinale Antonio Perrenot de Granvelle (1571-1586). Kronos 11, ISSN 1724-2541, Dipartimento dei Beni delle Arti e della Storia – Università di Lecce, pp. 3-21.

BUCCARO, A. RASCAGLIA, M. (2020). Leonardo e il rinascimento nei codici napoletani. Influenze e modelli per l'architettura e l'ingegneria. Milano: CB Edizioni Grandi Opere.

BULFONE GRANSINIGH, F. (2023). L'opera di Francesco di Giorgio Martini in Abruzzo: alcune aggiunte e riflessioni. In M.G.Bevilacqua, D.Ulivieri (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2023, Vol XIII, Pisa: Pisa university press, pp.61-68.

CACCIAVILLANI, C. A. (1999). Los tratados de arquitectura militar. Cristóbal de Rojas y los tratadistas italianos, in Atti di Relaciones Culturales entre Italia y España. VI Incontro fra le Università di Macerata e Alicante, novembre 1998, Editorial Aguaclara, Departamento de Filología Española. Universidad de Alicante, España. Alicante, pp. 95-113.

CALISI, D., CIANCI, M.G. (2018). Sperimentazioni cinquecentesche dei Sangallo verso le fortificazioni toscane. Il caso del Forte Sangallo a Nettuno. In Marotta, Spallone (a cura di) atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2018, Vol IX , Torino: Politecnico di Torino, pp. 973-980.

CÁMARA MUÑOZ, A. (1980). Tratados de arquitectura militar en España. Siglos XVI y XVII, Goya, 156, mayo-junio 1980, pp. 338-345.

CÁMARA MUÑOZ, A. (1981). La arquitectura militar y los ingenieros de la monarquía española: aspectos de una profesión (1530-1650), Revista de la Universidad Complutense de Madrid, n° 3, pp. 255-268.

CÁMARA MUÑOZ, A. (1989). Fortificación, ciudad y defensa de los reinos peninsulares en la España imperial. In C. SETA, J., LE GOFF, (a cura di) La ciudad y las murallas. Madrid: Ediciones Cátedra, 1991, pp. 89-112.

CÁMARA MUÑOZ, A. (1989). La fortificación de la monarquía de Felipe II, in Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII, H. a del Arte, t. 2, 1989, págs. 73-80.

CÁMARA MUÑOZ, A. (1993). Murallas para la guerra y para la paz. Imágenes de la ciudad en la España del siglo XVI, in Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII, H. a del Arte, t. 6, págs. 149-174.

CÁMARA MUÑOZ, A. (2004). Medir para el rasguño y dibujar para el atlas. Los ingenieros mayores de Felipe III, in Proyecto de Investigación del Ministerio de Defensa para los años 2004 y 2005 sobre los dibujos inéditos de los ingenieros Tiburcio Spannocchi y Leonardo Turriano (BOE n° 140, de 10 de junio de 2004).

CÁMARA MUÑOZ, A., (2018). «Las plantas y lo que dicen los que lo han visto». Espías en Argel en el reinado de Felipe II. In Fra le mura della modernità. Le rappresentazioni del limite dal Cinquecento ad oggi, a cura di Lina Scalisi e Carlos José Hernando Sánchez, Roma: Viella libreria editrice.

CAMPOS, J. (2023). The pioneering intercontinental framework of Portuguese fortification in the Expansion. In M.G.Bevilacqua, D.Ulivieri (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2023, Vol XIII, Pisa: Pisa university press, pp. 449-456.

CANDIDO, A. (2014). *Le Mura e il Castello di Otranto. Dai bizantini ai viceré spagnoli*. Tesi di laurea. Università del Salento. A.A. 2013/2014.

CARDONE, V. (2003). *Pedro Luis Escrivà. Ingegnere militare del Regno di Napoli*. Salerno: CUES.

CARVAJAL, A.I.M. (1985). *La ciudad militar en dos tratados de fortificación del siglo XVI*, in *La Ciudad Hispanica*, Editorial de la Universidad Complutense, Madrid.

CASU, S., DESSI' A., TURTAS R. (1995). *Le piazzeforti sarde durante il regno di Ferdinando il Cattolico (1479-1516)*, in *La Corona d'Aragona in Italia (secc. XIII-XVIII)*, atti del XIV Congresso di Storia della Corona d'Aragona, Sassari-Alghero 19-24 maggio 1990, vol. II, tomo I, Sassari, pp. 217-261.

CASU, S., DESSI' A., TURTAS R. 1996, *Le piazzeforti sarde durante il regno di Carlo V fino alla battaglia di Algeri*, "Congreso de Historia de la Corona de Aragon, Jaca 20-25 de septiembre de 1993", Actas, Tomo I, volume 3º, Zaragoza, pp. 30-64.

CASU, S. (2002). *Cagliari, un secolo di restauro delle fortificazioni*. In atti del convegno internazionale del 25-26 Maggio 2001, *Castelli in terra, in acqua e ..in aria*, Pisa, pp. 212-218.

CATANEO, P. (1554). *I primi quattro libri di architettura*. Venezia. (testo consultato: digitalizzato nel 2010 con fondi della Research Library, The Getty Research Institute).

CATANEO, G. (1571). *Nuovo ragionamento del fabbricare le fortezze*, Brescia.

CATANEO, G. (1608). *Dell'arte militare libri cinque: ne' i quali si tratta il modo di fortificare, offendere, et diffendere una fortezza, et l'Ordine come si debano fare li Alloggiamenti Campali, et formare le Battaglie, et nell'ultimo l'essamine de Bombardieri, & di far fuochi artificiali*. Brescia: Pietro Maria Marchetti.

CENTOFANTI, M. (2008). Dalla matrice vitruviana alla regola. Aspetti del disegno di architettura nel Cinquecento. In R. M. Strollo (a cura di) *Rappresentazione e formazione, tra ricerca e didattica*. Roma: Aracne, pp. 85-106.

CERADINI, A., MARTELLI, F. (2004). Manutenzione delle fabbriche del Castello a L'Aquila. In F. Ribera (a cura di) *atti del convegno internazionale Luce tra le rocce*. Salerno 29-30 aprile 2004, pp. 114-122.

COBOS GUERRA, F., CÁMARA MUÑOZ, A.: *De la fortificación de Yviça* (2008). Eivissa: Editorial Mediterània.

CONCINA, E. (1983). *La macchina territoriale: la progettazione della difesa nel Cinquecento veneto*, Roma - Bari.

COSSU, A. (1999). *Storia militare di Cagliari (1217-1866)*. Cagliari: Arti Grafiche Franco D'Agostino.

DAVICO, P. (2018). Gli spazi dei militari e l'urbanistica della città. In Chiara Devoti (a cura di), *L'Italia del nord-ovest (1815-1918), Storia dell'urbanistica 10/2018, Annuario nazionale di storia della città e del territorio*, Roma, Edizioni Kappa, pp. 245-286.

DE LA CROIX, H. (1960). Military architecture and the Radial City Plan Sixteenth Century Italy, in *The art Bulletin*, XLII, pp.263-290.

DE LA FUENTE, P. (2004). El capitán Fratín y la Real Casa de Munición de Guerra de Rosas: un ejemplo de arquitectura militar, *AIEE, Figueres*, 37, pàg. 97-109.

DE MORO, G. (1988). Giovanni Maria Olgiati (1495-1557) contributo alla riscoperta di un "ingegnere" lombardo al servizio di Spagna. In C. Cresti, A. Fara, D. Lambertini (a cura di), *atti del Convegno di Studi (Firenze, 25-28 Novembre 1986) Architettura militare nell'Europa del XVI secolo*, Siena: Edizioni Periccioli.

Andrea Pirinu

DI FALCO, A. (2001). La rocca di Sermoneta da un quaderno d'appunti di Gelasio Castani, in atti del convegno dal titolo Le rocche alessandrine e la rocca di Civita castellana, M. Chiabò, M. Gargano (a cura di), Viterbo 19-20 marzo 2001.

DI GIORGIO MARTINI, F. (1967). Trattati di architettura ingegneria e arte militare, C. Maltese (a cura di), Edizioni Il Polifilo, Milano.

DI GREGORIO, G. (2023). Castel Gonzaga di Messina. In M.G.Bevilacqua, D.Ulivieri (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2023, Vol XIII, Pisa: Pisa university press, pp. 123-130.

DOCCI, M., MAESTRI, D. (1984). Il rilevamento architettonico. Storia, metodi e disegno, Laterza, Bari.

DOCCI, M., MAESTRI, D. (1993). Storia del rilevamento architettonico e urbano, Laterza, Bari.

DOCCI, M., MAESTRI, D. (2009). Manuale di rilevamento architettonico e urbano, Laterza, Bari.

ECHARRI IRIBARREN, V. (2014). Realidad y representación de las fortificaciones en el Siglo XVI. Los proyectos del Fratrín para la ciudadela de Pamplona. EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. 19(24):188-199. <https://doi.org/10.4995/ega.2014.3101> EGA (pagg. 188-199).

FARA, A. (1989). Il sistema e la città - Architettura fortificata dell'Europa moderna, dai trattati alle realizzazioni, 1464-1794, Ed. Sagep, Genova.

FARA, A. (1993). La città da guerra, Torino, Einaudi.

FINIZIO, G. (2006). Fortificazione e città: la marca italiana nell'urbanistica portoghese del XVI secolo nell'oltreoceano. Tesi di dottorato, Faculdade de Ciências e Tecnologia dell'Università di Coimbra (Portogallo).

FIORE, F.P. (1986). Episodi salienti dell'architettura militare di Antonio da Sangallo il Giovane, in Antonio da Sangallo il Giovane: la vita e l'opera. In G. Spagnesi (a cura di), atti del XXII congresso di storia dell'architettura (Roma, 19-21 febbraio 1986), pp. 336-337.

FIORE, F.P. (1988). L'architettura di Francesco di Giorgio: realizzazioni e trattati. In C. Cresti, A. Fara, D. Lambertini (a cura di), atti del Convegno di Studi (Firenze, 25-28 Novembre 1986) Architettura militare nell'Europa del XVI secolo, Siena: Edizioni Periccioli.

FIORE, F. P. (2001). Le difese fortificate dello Stato della Chiesa in età alessandrina, in M. Chiabò, M. Gargano (a cura di), atti del convegno Le rocche alessandrine e la rocca di Civita castellana, Viterbo 19-20 marzo 2001.

FLORIO, R., DELLA CORTE, T., COLUCCI A. (2017). Architectures and Fortified Settlement Systems of Ager Nolanus. The Avella's Norman Castle, Springer.

GAIANI, M. (1988). Conservazione e rappresentazione. Modelli virtuali d'architettura. In dorrier n. 4, allegato alla rivista paesaggio urbano.

GALINDO DIAZ, J. A. (1996) El conocimiento constructivo de los ingenieros militares del siglo XVIII – Un estudio sobre la formalización del saber técnico a través de los tratados de arquitectura militar. PHD thesis, Tutor: José Luis Gonzàles Moreno-Navarro, Barcelona.

GAZZOLA, P., CECCHINI, L. (1979). La cittadella museale della Sardegna in Cagliari. Università degli Studi di Cagliari.

GHIRETTI, A. (2004). La cittadella farnesiana di Parma nelle sue implicazioni formali e simboliche, in F. Ribera (a cura di), atti del convegno internazionale dal titolo Luce tra le rocce, Salerno 29-30 Aprile 2004, Alinea Editrice, Firenze, pp. 352-355.

GLAVAŠ, I., PAVIC, J. (2023). Le ultime ricerche (2014-2022) sulle fortificazioni della prima età moderna di Sebenico, Croazia. In OPUS. Quaderno di storia architettura restauro disegno, nuova serie n. 7, 2023, Gangemi Editore (Roma), pp.41-49.

GUIDONI, E., MARINO, A. (1983). Storia dell'urbanistica. Il Cinquecento. Bari: Laterza.

HOGG, J. (1982). Storia delle fortificazioni. Novara: Istituto geografico De Agostini.

MERIA, G. (2021). Saint Florent et sa région: Une aventure humaine de la préhistoire à nos jours. Bastia: Imprimerie Bastiaise.

LAMBERINI, D. (1980). Giovanni Battista Belluzzi. Il trattato delle fortificazioni di terra, in F. Borsi, C. Acidini, D. Lamberini, G. Morolli, L. Zangheri, (a cura di), Il disegno interrotto. Trattati medicei di architettura, Gonnelli, Firenze, 2 voll.; vol. I, pp. 375-531, vol. II (ill.), pp. 135-155.

LAMBERINI, D. (2007). Invenzioni fatali. Gli ingegni militari di Girolamo Mag (Maggi)i, da Anghiari (1528 ca. – 1572), al servizio della Repubblica di Venezia, in Bollettino Ingegneri, n. 7, giugno-luglio 2007, pp. 3-11.

LAMBERINI, D. (2007). Tradizionalismo dell'architettura militare fiorentina di fine Quattrocento nell'operato del Francione e dei suoi, in M. Viganò (a cura di), L'architettura militare nell'età di Leonardo, atti del Convegno internazionale di studi. Locarno, 2-3 giugno 2007.

LANTERI, G. (1557). Due dialoghi del modo di disegnare piante delle fortezze secondo Euclide, et del modo di comporre i modelli e porre in disegno le piante delle città. Venezia: Vincenzo Valgrisi, Baldassar Costantini.

LANTERI, G. (1559). Duo libri di M. Giacomo Lanteri. Del modo di fare le fortificazioni di terra intorno alle Città, & alle Castella per fortificarle. Venezia: Appresso Bolognino Zaltieri.

LEYDI, S. (1989). *Le cavalcate dell'ingegnere: l'opera di Gianmaria Olgiati, ingegnere militare di Carlo V*. Modena: Edizioni Panini.

LEYDI, S. (1994). "Georgius haud ultimum ornamentum genti, geographus et architectus". Prime note su Giovan Giorgio Settala cosmografo, cartografo e ingegnere Milanese, in *Architetti e ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVIII secolo*. In M. Viganò (a cura di), Pubblicazioni dell'Istituto Italiano Castelli, Roma, pp.103-119.

LUISI, R. (1996). *Scudi di pietra – I castelli e l'arte della guerra tra Medioevo e Rinascimento*, Bari: Editori Laterza.

LUSO, E. (2011). *Tra fortezza e palazzo: confronti fra il castello di Saluzzo e le residenze dei marchesi di Monferrato (XIV-XVI secolo)* in SALUZZO. *Sulle tracce degli antichi castelli. Dalla ricerca alla divulgazione*. A cura di Rinaldo Comba, Enrico Luso e Riccardo Rao. Società per gli studi storici, archeologici ed artistici della provincia di Cuneo, Marchionatus Saluciarum Monumenta Studi, XII. Cuneo 2011, pp.29-41 e tavole.

MAGGI, G., CASTRIOTTO J. (1564). *Della fortificazione delle città*. Venezia: Camillo Borgominiero. Edizione consultata, Ristampa anastatica, 1982, Padova: Viella.

MACCHIARELLI, N. (1521). *Dell'arte della guerra*. Firenze.

MALTESE, C. (1967). *Francesco di Giorgio Martini, Trattati di Architettura, Ingegneria e Arte Militare*. Milano: Il Polifilo.

MARANI, P. C. (1979). *Trattato di Architettura: il codice Ashburnham 361 della Biblioteca Medicea Laurenziana di Firenze*. Firenze: Giunti.

MARANI, P. C. (1988). *L'architettura militare di Leonardo da Vinci fra tradizione, rinnovamento e ripensamento*. In C. Cresti, A. Fara, D. Lambertini (a cura

di), atti del Convegno di Studi (Firenze, 25-28 novembre 1986) *Architettura militare nell'Europa del XVI secolo*, Edizioni Periccioli, Siena.

MARINO, A. (2003). Dalle nuove fortificazioni alla città moderna. L'Europa mediterranea nel '500. In A. Cámara Muñoz, F. Cobos (a cura di), atti del congresso *Fortificación y Frontiera Marítima*, Ibiza, 24-26 ottobre 2003.

MAROTTA, A. (a cura di) (1990). *La cittadella di Casale. Da fortezza del Monferrato a baluardo d'Italia. 1590-1859*", Cassa di Risparmio di Alessandria, 1990.

MAROTTA, A., COLTRO M. (2004). Modi della visione, modi della valorizzazione. Il Castello di Casale Monferrato (Al), in F. Ribera (a cura di), atti del convegno internazionale *Luce tra le rocce*, Salerno 29-30 aprile 2004. Firenze: Alinea Editrice, pp. 227-234.

MAROTTA, A. (2012). Geometria e costruzione: modelli mentali e tipi realizzati nel territorio della difesa. *Geometry and construction: mental models and types realized in defence territories*. In *Disegnare-con*, Vol 5, n. 9 (2012), pp. 161-166.

MAROTTA, A., NETTI R. (a cura di) (2023). *The Citadel of Alessandria "Faro" of peace in Europe: knowledge, conservation, enhancement/La Cittadella di Alessandria "Faro" di pace in Europa: conoscenza, conservazione, valorizzazione*, Aracne Editrice, Roma. In particolare, cfr. Marotta A., *Dalle passeggiate patrimoniali al Museo dei sistemi difensivi in Europa: fronti bastionati dal XVII al XIX secolo. Teorie e prassi*.

MARTINI, A. (1883). *Manuale di metrologia*. Torino.

MARTENS, P. (2020). Le città fortificate nei domini spagnoli delle Fiandre. In Alfredo Buccaro, Maria Rasaglia (a cura di) *Leonardo e il rinascimento nei codici napoletani. Influenze e modelli per l'architettura e l'ingegneria*. Milano: CB Edizioni Grandi Opere, pp. 443-456.

MARTINELLI, R. (2005). Il cantiere delle mura di Lucca, in *Le mura di Lucca – dal restauro alla manutenzione programmata*. M. A. Giusti (a cura di). Firenze: Alinea Editrice.

MARTÍNEZ-MEDINA, A., BANYULUS-PERÉZ, A. (2016). Territorio y artefacto. La dimension geografica del Proyecto de Juan Bautista Antonelli para la sierra de Bernia en el antiguo reino de Valencia a la luz de su *Relatione della Montagna, o, serra di Bernia* (1561). In G. Verdiani (a cura di), *atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2016, Vol III*, Firenze: DIDAPRESS, pp.271-278.

MENCHETTI, F. (2009). Antonio da Sangallo the Younger and the Building Site of the Citadel of Ancona, in *Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, May*.

MENCHETTI, F. (2009). Antonio da Sangallo il Giovane e Pier Francesco da Viterbo, ingegneri militari ad Ancona e Ascoli Piceno. In *ARTES 14, 2008-2009*, pp.89-133.

MEZZETTI, C., PUGNALONI, F. (1984). *Dell'architettura militare: l'epoca dei Sangallo e la Cittadella di Ancona*, Università di Ancona: Edizioni Errebi.

MILANESE, M. (2008) *Archeologia postmedievale e storia moderna. Ricerche sulle piazzeforti spagnole della Sardegna nord-occidentale*. In B. Anatra, M.G. Mele, G. Murgia, G. Serreli (a cura di), *atti del convegno Contra Moros y Turcos. Politiche e sistemi di difesa degli Stati mediterranei della Corona di Spagna in Età Moderna*, Dolianova: Grafica del Parteolla, pp. 515-566.

MUÑOZ COSME, A. (2016). Instrumentos, métodos de elaboración y sistemas de representación del proyecto de fortificación entre los siglos XVI y XVIII. In Cámara Muñoz, A. (a cura di), *El dibujante ingeniero al servicio de la monarquía hispánica: siglos XVI-XVIII*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano, pp.17-43.

MUSSARI, B. (2023). "Sit obligatus artem docere omens querentes et volentes discere": seguaci ed allievi di Baldassarre Peruzzi, architetto militare senese. In M.G.Bevilacqua, D.Ulivieri (a cura di), atti dell'International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast, FORTMED 2023, Vol XIII, Pisa, university press, pp. 209-216.

ORONÓZ DÍEZ, A. (2017). Un singular ejemplo de Bastión Artillado: el Puntone proyectado por Baldassarre Peruzzi para Rocasinibalda. October 2017, Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción: Volume: 1

ORONÓZ DÍEZ, A. (2019). Una Bella sfida formale tra Quattro e Cinquecento II. La nascita di una nuova forma architettonica della fortificazione nei grandi architetti del Rinascimento. Universidad del País Vasco.

PANNUZI, S. (2009). Il castello di Giulio II ad Ostia antica. Collana DAP. Firenze: All'insegna del Giglio.

PARRINELLO, S. (2015). The survey of the fort of San Juan in Porto Rico. In Bertocci, S., Parrinello, S. (a cura di), Digital Survey and Documentation of the Archaeological and Architectural Sites. Firenze: Edifir Edizioni.

PARRINELLO, S., BECHERINI, P. (2018). La Documentazione delle mura di Verona. Rilievo, analisi e schedatura delle fortificazioni veronesi. In A. Marotta, R. Spallone (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, Vol IX, Torino: Politecnico di Torino, pp.1075-1082.

PARRINELLO S., BERTACCHI, S. (2014), The Fort of Bernia by Giovanni Battista Antonelli. In Nexus Network Journal, 16/2014, pp.699-722.

PARRINELLO S., DE MARCO R. (2017). Le mura di Pavia: sistemi digitali di modellazione virtuale per la valorizzazione urbana dei resti delle cinte fortificate In V. Echarri Iribarren (a cura di), atti dell'Internatio-

nal Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, Vol V, Alicante: Editorial Publicacions Universitat d'Alacant.

PARRINELLO, S., PICCHIO F. (2017). Sistemi di documentazione per l'analisi ed il progetto di recupero del Forte San Lorenzo el Real del Chagre, Colón, Panama, RA, 1, 2017.

PARRINELLO, S., PICCHIO F. (2019). Dalmazia e Montenegro. Le fortificazioni venete nel bacino del Mediterraneo Orientale. Procedure per la conoscenza e la documentazione digitale del patrimonio storico fortificato. Pavia: University Press.

PARRINELLO, S., PICCHIO F. (2019). Le fortezze di Portobello e del Rio Chagres a Panama. Un progetto di documentazione per la tutela del patrimonio e lo sviluppo di siti UNESCO, Firenze: Edifir.

PARRINELLO S., PIRINU A. (2016), The documentation of the fortress of Peñíscola: integrated survey for the formal analysis of the defensive system of the historic city, in G. Verdiani (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2016, Vol X, Firenze: DIDAPRESS, pp.29-36.

PASCARIELLO, M. I. (2008). Il disegno degli ingegneri, tra metodo e ragion pratica. In Atti del 2° Convegno Nazionale Storia dell'Ingegneria, Napoli, 7-8-9 aprile, 2008.

PIRINU, A. (2012). The application of military treatises in the design of the Spanish fortresses in the second half of the sixteenth century: the work of the Palearo Fratino brothers, in S. Parrinello, S. Bertocci, G. Pancani, atti del convegno Between East and West, transposition of cultural systems and military technology of fortified landscapes, Poppi (Arezzo), 9-10 Maggio 2012, Firenze: Edifir, pp.64-66.

PIRINU, A. (2013). Il disegno dei baluardi cinquecenteschi nell'opera dei fratelli Paleari Fratino. Le piaz-

zeforti della Sardegna. Collana DAP - Documenti di Archeologia Postmedievale. Borgo San Lorenzo (FI): All'insegna del Giglio.

PIRINU A. (2015). Design models and "attention" to the topography of the places in the sixteenth strongholds of Sardinia: the use of the tenaille. In P. Rodriguez Navarro (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2015, Vol I, Valencia: Universitat Politècnica de Valencia, pp. 279-286.

PIRINU A. (2015), L'analisi grafica dei documenti d'archivio quale strumento per "leggere e conoscere" il progetto della fortificazione alla moderna. In D.R. Fiorino, M. Pintus (a cura di), Verso un atlante dei sistemi difensivi della Sardegna, Collana Castella, n. 100, Napoli: Edizioni Giannini, pp. 403-412.

PIRINU, A. (2016), L'esagono nel progetto dell'architettura militare. Il Castello di Milano in Le Ragioni Del Disegno, atti del XXXVIII Convegno internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, XIII Congresso della Unione Italiana del Disegno, pp.577-582, Roma: Gangemi Editore.

PIRINU, A. BALIA, R. (2018a). Riconoscimento e tutela di un complesso monumentale storico in ambiente urbano mediante l'integrazione di metodologie di rilevamento e di tecniche geofisiche non distruttive: l'area di Santa Croce nel quartiere Castello a Cagliari, in Restauro Archeologico, RA 1/2018, Firenze: Dipartimento di Architettura di Firenze, pp. 74-89.

PIRINU, A. (2018b). Il baluardo Dusay nell'area di San Pancrazio a Cagliari: una architettura militare «in transizione» tra medioevo ed età moderna. In A. Marotta, R. Spallone (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age Fortifications of the Mediterranean coast, FORTMED 2018, Torino: Politecnico di Torino, pp. 341-347.

PIRINU, A. (2019). Between scientific rigor and perceptive component. Representing the landscape of

the “royal salt works” of Cagliari in the 19th century (Sardinia, Italy). In *Disegnarecon*, Vol 12, n. 22 - june (2019), pp. 17.1-17.18.

PIRINU A., SANNA G., UTZERI M. (2020). Rappresentare l'architettura militare tra 'antichi' linguaggi e nuove frontiere. Le mura di Cagliari in Età Moderna, in “Linguaggi grafici. ILLUSTRAZIONE”, a cura di E. Cicalò, I. Trizio, Alghero: PUBBLICA, pp. 698-721.

PIRINU, A., SCHIRRU, M. (2022). Ricostruire il paesaggio storico e la memoria dei luoghi. Le opere difensive nell'agro meridionale di Cagliari attraverso una relazione descrittiva del 1907. In *Archistor* anno IX (2022) n. 17, Reggio Calabria: Università Mediterranea di Reggio Calabria, pp. 96-127.

PROMIS C., (1841). Trattato di architettura civile e militare di Francesco di Giorgio Martini architetto senese del XV secolo, ora per la prima volta pubblicato per cura del Cavaliere Cesare Saluzzo con dissertazioni e note per servire alla storia militare italiana. Torino: Topografia Chirio e Mina.

PUGNALONI, F., FIORI, F. (2004). Indagini ed ipotesi progettuali finalizzate al recupero e alla valorizzazione di un'architettura militare: il caso della Cittadella di Ancona, in atti di F. Ribera (a cura di) del convegno internazionale dal titolo Luce tra le rocce (Salerno 29-30 Aprile 2004), Firenze: Alinea Editrice, pp. 235-244.

RASSU, M. (2003). Baluardi di pietra, storia delle fortificazioni di Cagliari, Ortacesus: Aipsa Edizioni.

RATTU, S. (1939). Bastioni e torri di Cagliari. Torino: Rattero.

RATTU, S. (1951). Bastioni e torri di Alghero. Torino: Rattero.

REPETTO B. (2001). L'architettura militare del periodo di transizione da Sisto IV ad Alessandro VI. In M. Chiabò, M. Gargano (a cura di), atti del convegno dal

titolo *Le rocche alessandrine e la rocca di Civita castellana* (Viterbo 19-20 marzo 2001), pp. 173-190.

RICCI, F. (2014). *Il Castello Aragonese di Taranto*. In *Il Castello Aragonese di Taranto in 3D nell'evoluzione del paesaggio naturale*. Bari: DIGILABS s.a.s.

RINALDI, S. (2020). *L'architettura militare italiana della Cittadella di Ancona: tecniche costruttive e sistemi difensivi del XVI secolo*. In Navarro Palazón, García-Pulido (a cura di), *atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2020, Vol XI*, pp. 825-832.

ROBOTTI, C. (2004). *Girolamo Cataneo, Francesco de Marchi, Carlo Theti: teorici e progettisti dell'arte nuova di fortificare*. In F. Ribera (a cura di) *atti del convegno internazionale dal titolo Luce tra le rocce* (Salerno 29-30 aprile 2004), pp. 299-311.

SALONE, A.M., AMALBERTI, F. (1992). *Corsica. Immagine e cartografia*. Genova: Sagep Editrice.

SANTORO, R. (1994). *Architetti italiani operanti alle difese dello stato dei «cavalieri di Rodi» (ordine di san Giovanni gerosolimitano, ovvero «ospitalieri»)*. In *Architetti e ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVI secolo* (a cura di M. Viganò), *Pubblicazioni dell'Istituto Italiano Castelli* (Roma), Livorno : Editrice Sillabe, pp. 33-37.

SARI, G. (1988). *La piazza fortificata di Alghero*. Alghero: Edizioni del sole.

SCANO, D. (1922). *Forma Karalis*. Cagliari: Trois.

SCOLARI, M. (2005). *Il disegno obliquo. Una storia dell'antiprospectiva*, Marsilio Editore, Venezia.

SODDU, A., (2007). *La signoria dei Doria in Sardegna e l'origine di Castelgenovese*, in *Castelsardo. Novecento anni di storia*, a cura di A. Mattone e A. Soddu, Roma: Carocci, pp. 235-267.

SPALLONE, R. (2015). Guarino Guarini and the "Fortification" between theory, drawing and design. In P. Rodríguez Navarro (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2015, Vol I, Valencia: Universitat Politècnica de Valencia, pp. 175-182.

SPALLONE, R. (2017). 'Regular Fortress' by Guarini and the Citadel of Turin. In Nexus Network Journal n. 19 (2019), pp. 255-277.

TADDEI, D. (2018). Il Francione e la fortezza di Volterra. La sua bottega e i suoi allievi. In *Castellum*, Rivista dell'Istituto Italiano dei Castelli, 58/2018, pp.31-50, Roma: Cierre Grafica.

VALERIO, F., VIDON, A. (2018). Giulio Savorgnan. Il gentiluomo del Rinascimento e le fortezze della Serenissima. Udine: Gaspari.

VAN DEN HEUVEL, C. (1994). Bartolomeo Campi successor to Francesco Paciotto in the Netherlands. A different method of designing citadels: Groningen and Flushing, in *Architetti e ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVI secolo* (a cura di M.Viganò), Pubblicazioni dell'Istituto Italiano Castelli (Roma), Livorno : Editrice Sillabe, pp. 153-167.

VERDIANI, G. (2017). Fortifications and documentation: the case of Fortezza Vecchia in Livorno. State of the digital survey 2017. In V. Echarri Iribarren (a cura di), atti dell'International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast, FORTMED 2017, Vol VI, Alicante: Università Politecnica di Alicante, pp. 311-318.

VESCO, M. (2014). Il Castellammare di Palermo: un progetto non realizzato di Pietro Antonio Tomasello da Padova. In *RICOSTRUIRE – I Architettura - Storia – Rappresentazione*, Quaderni della Sezione SfeRA - Storia e Rappresentazione del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Palermo, Palermo: Edizioni Caracol, pp.7-30.

VIGANÒ, M. (1999). O capitão fratim: Giovan Giacomo Paleari Fratino e le piazzeforti del Portogallo (1580-1584). In *Architetti e ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVIII secolo*, M.Viganò (a cura di), Pubblicazioni dell'Istituto Italiano Castelli (Roma). Livorno: Editrice Sillabe, pp.133-155.

VIGANÒ, M. (2001). In questo osso pelato di questa Corsica»: Giovan Giacomo Paleari Fratino, ingegnere militare lombardo al servizio di Genova (1563). *Arte Lombarda*, 2001, Nuova serie, No. 132 (2) (2001), pp. 89-99. Editore: Vita e Pensiero – Pubblicazioni dell'Università Cattolica del Sacro Cuore.

VIGANÒ, M. (2004). El fratin mi yngeniero, I Paleari Fratino da Morcote ingegneri militari ticinesi in Spagna (XVI-XVII secolo). Bellinzona: Istituto Grafico Casagrande SA.

VIGLINO DAVICO, M., LUSSO, E. (2013). L'ingegneria delle difese militari, *Enciclopedia italiana di scienze, lettere e arti. Il contributo italiano alla storia del pensiero*, ottava appendice, Catanzaro: Stampa ABRAMO PRINTING S.p.A., pp. 60-71

VILLA, G. (2009). Pier Francesco da Viterbo, ingegnere eccellentissimo, nel panorama dell'architettura militare italiana del primo Cinquecento in Pier Francesco da Viterbo e l'architettura militare italiana del primo Cinquecento, in *Storia dell'urbanistica* 1/2009, Roma: Edizioni Kappa, pp. 7-16.

VILLALONGA FORNALS, F. (1994). Los ingenieros italianos en la fortificación de Menorca. Siglo XVI. In *Architetti e ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVIII secolo*, M.Viganò (a cura di), Pubblicazioni dell'Istituto Italiano Castelli (Roma). Livorno: Editrice Sillabe pp.65-77.

DE ZANCHI, G. B. (1556). Del modo di fortificar le città, Venezia, 1556.

ZEDDA MACCIÒ, I. (2008). Cartografie e difesa nella Sardegna del Cinquecento. Pratiche geografiche, carte segrete e immagini pubbliche. In B. Anatra,

M.G. Mele, G. Murgia, G. Serreli (a cura di), atti del convegno *Contra Moros y Turcos. Politiche e sistemi di difesa degli Stati mediterranei della Corona di Spagna in Età Moderna*, Dolianova: Grafica del Parteolla, pp. 633-684.

ZERLENGA O. (1993). Il disegno dell'architettura fortificata nel XVI secolo. Realtà costituite e fonti iconografiche a confronto. Palermo, Dipartimento di Architettura. Dottorato di Ricerca in 'Rilievo e Rappresentazione del Costruito', VI ciclo.

ZERLENGA O. (1993). Del modo di disegnare le piante delle fortezze secondo [...]. In: *Preprints dei Contributi del Convegno 'Il disegno di progetto dalle origini a tutto il XVIII secolo'*, Roma, 22-24 aprile 1993. Stabilimento di Tarquinia, p. 105.

ZERLENGA O. (1993). Bibliografia. Contributi relativi alle fortificazioni di Valenza e ai sistemi fortificati in età moderna. In: Barghini A., Comoli Mandracci V., Marotta A. (a cura di). *Valenza e le sue fortificazioni. Architettura e urbanistica dal Medioevo all'età contemporanea*. Alessandria: SO.G.ED., pp. 165-170.

ZERLENGA O. (1994). Il Disegno di un forte «a la moderna». In: Comoli Mandracci V., Marotta A. (a cura di). *Il Forte di Gavi in età moderna e contemporanea*. Alessandria: SO.G.ED., pp. 22-25, 121-131.

ZERLENGA O. (1994). Il forte di Gavi: schedatura fonti iconografiche fondi ISCAG, IGM, BNN, ÖStAK, BRT. In: Comoli Mandracci V., Marotta A. (a cura di). *Il Forte di Gavi in età moderna e contemporanea*. Alessandria: SO.G.ED., pp. 155-165.

ZERLENGA O. (1995). Disegnare la città fortificata fra reale e virtuale. In: Comoli Mandracci V., Marotta A. (a cura di). *Tortona e il suo castello*. Alessandria: SO.G.ED., pp. 20-21, 104-105, 108-109, 141-146.

ZERLENGA O. (1995). La cittadella di Tortona: schedatura iconografica. In: Comoli Mandracci V., Marotta A. (a cura di). *Tortona e il suo castello*. Alessandria: SO.G.ED., pp. 147-174.

ZERLENGA O. (1996). Il disegno della difesa bastionata: un problema geometrico dimostrabile. In: Gambardella A. (a cura di). *Dal Barocco al Razionalismo. Studi di architettura*. Napoli. Edizioni Scientifiche Italiane, pp. 181-193.

ZERLENGA O. (1997). Terra di Lavoro: sistema difensivo e produttivo. In: Gambardella A. (a cura di). *Oltre la capitale mancata. Lavori della Facoltà di Architettura per Barcelona UIA 96*. Napoli: Graffiti, pp. 15, 45, 46.

ZERLENGA O. (1997). Del modo di disegnar le piante delle fortezze secondo Euclide. In: Cigola M., Fiorucci T. (a cura di). *Il disegno di progetto dalle origini al secolo XVIII*. Roma: Gangemi, pp. 122-125.

ZERLENGA O. (2000). Architetture dimenticate in Campania Felix. In: Penta R. et alii. *Segni, strutture e permanenze ambientali. Documentazione tematica e metodologie di lettura*. Caserta: Frammenti, pp. 167-235.

ZERLENGA O. (2005). Le linee difensive della trattatistica militare nella seconda metà del Cinquecento. In: Robotti C., Argenziano P. (a cura di). *Disegni e progetti di città e paesaggi fortificati. Contributi del Colloquio internazionale di studi. Capua, Castello di Carlo V, 3-4 dicembre 2005*. Lecce: Del Grifo, pp. 112-113.

ZERLENGA O., Cirafici A. (2012). Geometria – Costruzione – Architettura nel trattato ‘Delle Fortificazioni di Galasso Alghisi’. In: *DISEGNARECON*, vol. 5, n. 9, pp. 197-206.

ZERLENGA O., Cirafici A. (2012). Geometric Progressions and the Conceptual Design on Fortification Architecture in the Treatise ‘On Fortification’ by Galasso Alghisi. In: Zsombor-Murray P., Sprecher A., Angeles B. (edited by). *Proceedings of ‘The 15th International Conference on Geometry and Graphics. ICGG. Montréal, August 1th-5th, 2012. Montréal (Canada): ©International Society for Geometry and Graphics*, n. 126, pp. 843-852.

ZERLENGA O., Cardone V., Cennamo C. (2016). Architetture della difesa a Nisida. In: Verdiani G. (Ed.). *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries*. Atti del Congresso Internazionale Fortmed, 'Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast'. Firenze, 10- 12 novembre 2016. Università degli Studi di Firenze: DIDAPRESS, vol. III, pp. 387-394.

ZERLENGA O., Cennamo G.M. (2018). Strategie difensive nelle architetture rurali: il caso di torre Ranieri a Napoli. In: Marotta A., Spallone S. (Eds.). *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Atti del Congresso Internazionale Fortmed. 'Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast'. Torino, 18-20 ottobre 2018. Politecnico di Torino: vol. VIII, pp. 503-510.

ZERLENGA O., Cirillo V., Marotta A. (2018). Rappresentando il Forte di Gavi: ieri, oggi, domani. In: Marotta A., Spallone S. (Eds.). *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Atti del Congresso Internazionale Fortmed. 'Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast'. Torino, 18-20 ottobre 2018. Politecnico di Torino, Universitat Politècnica de València, vol. IX, pp. 1005-1012.

ZERLENGA O., Cirillo V., Marotta A. (2020). Rappresentare l'architettura fortificata per narrare e valorizzare il territorio della frontiera Alessandrina. In: Navarro Palazón J., García-Pulido L.J. (eds.). *Defensive Architecture of the Mediterranean*. International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast. Granada (Spain), 4-6 novembre 2020. Granada: Universidad de Granada, Universitat Politècnica de València, vol. X, pp. 357-364.

ZERLENGA O., Cirillo V. (2023). Il ruolo del disegno nell'architettura della difesa tardo cinquecentesca. In: Bevilacqua M.G., Ulivieri D. (Eds.). *Proceedings of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast*. FORTMED. 'Defensive Architecture of the Mediterranean'. Pisa, 23-25 March 2023. Pisa: Pisa University Press, vol. XIII, pp. 329-336.

ZERLENGA O., di Luggo A. (Eds.) (2023). Disegni di città in guerra: realtà costituite, immagini, memorie. In: AMORE R., PASCARIELLO M.I., VEROPALUMBO A. (a cura di). CITTÀ E GUERRA. Difese, distruzioni, permanenze delle memorie e dell'immagine urbana. Napoli: Federico II University Press, vol. 8, t. II, p. I, p. 21.

ZERLENGA O., di Luggo A. (Eds.) (2023). Fortificazioni e difese, fra casi studio e teorie. In: AMORE R., PASCARIELLO M.I., VEROPALUMBO A. (a cura di). CITTÀ E GUERRA. Difese, distruzioni, permanenze delle memorie e dell'immagine urbana. Napoli: Federico II University Press, vol. 8, t. II, p. I, p. 25.

ZERLENGA O., Cicala M., Cirillo V. (2023). La cultura del disegno nell'architettura della difesa tardo-cinquecentesca. Il trattato 'Della Fortificatione delle città' di Iacomo Castriotto e Girolamo Maggi. In: AMORE R., PASCARIELLO M.I., VEROPALUMBO A. (a cura di). CITTÀ E GUERRA. Difese, distruzioni, permanenze delle memorie e dell'immagine urbana. Napoli: Federico II University Press, vol. 8, t. II, p. I, pp. 75-86.

ZERLENGA O., Cicala M., Miele R. (2023). Immagini per la fruizione del Patrimonio Culturale. Itinerari virtuali per la conoscenza e la valorizzazione del castello di Roccarainola. In: Brusaporci S., Maiezza P., Marra A., Trizio I., Savini F., Tata A. (a cura di). IMG23, IMAGIN(G) HERITAGE. Atti del IV Convegno Internazionale e Interdisciplinare su 'Immagini e Immaginazione'. PUBBLICA: Alghero 2023, pp. 624-631. <<https://www.publicapress.it/index.php/book/img23/>>

ZERLENGA O., Iaderosa R., Cicala M. (2024). Il rilievo delle tracce: il torrione di Nisida. In: Islami G., Veizaj d. (Eds.). Proceedings of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast FORTMED. Tirana, 18-20 aprile 2024. Tirana: © Universiteti Politeknik i Tiranës / edUPV (Universitat Politècnica de València), vol. 16, pp. 5-12.

ZERLENGA, O., CICALA, M., IADEROSA, R., MIELE, R. (2023). Defense theater in the Alexandria. Advanced

methodologies and techniques for the representation of Cultural Heritages. In: Marotta, A., Netti, R. (Eds), *The Citadel of Alessandria "Faro" of peace in Europe. Knowledge, Conservation, Enhancement*. Roma: Aracne, pp. 389-414.

ZERLENGA O., Iovane D., Cicala M. (2024). Buonaiuto Lorini and the design of fortifications in late 16th-century treatises. In: *The 21st International Conference on Geometry and Graphics ICCG 2024*, Fukuoka (Japan), 5-9 agosto 2024. Cham: Springer, pp. 338-349.

ZOLLER, J. (2015). Réalisation de la borne interactive du fort du Mont-Alban. In "Fortifications médiévales et modernes des villes méditerranéennes". Supplément au Bulletin du Musée d'Anthropologie de Monaco, 7, 2015, pp. 213-223.

Già pubblicati in questa collana:

1_Manuela Piscitelli (2016). *Il manifesto moderno e la nascita di un nuovo linguaggio visivo* | *The modern poster and the birth of a new visual language*

2_Monica Cannaviello (2017). *La sfida dell'impronta di carbonio del cantiere edile* | *Tackling carbon footprint of construction site*

3_Ornella Zerlenga (a cura di) (2018). *M'illumino d'immenso. La scala del palazzo Cassano Ayerbo d'Aragona* | *The staircase of palazzo Cassano Ayerbo d'Aragona*

4_Pasquale Argenziano (2018). *J.M.W. Turner. Gandolfo to Naples. Disegni d'architettura e di paesaggio* | *Architectural and landscape sketches*

5_Ilaria Balzano (a cura di) (2018). *Funivia del Faito. Progetto grafico di sostenibilità e valorizzazione ambientale* | *Graphic design of sustainability and environmental enhancement* (Open Access)

6_Antonio Bosco (a cura di) (2019). *Schola novissima. Criteri e modelli di ecodesign per gli spazi educativi* | *Ecodesign criteria and models for educational spaces*

7_Vincenzo Cirillo (2019). *Riflessioni e suggestioni fra geometria e forma. Le scale del '700 napoletano* | *Reflections and suggestions between geometry and form. The Neapolitan staircases of eighteenth century*

8_Vincenzo Cirillo, Raffaella Fiorillo (a cura di) (2019). *Stranormanna. Concorso per il design grafico della medaglia* | *Stranormanna. The medal graphic design contest* (Open Access)

9_Manuela Piscitelli (2020). *L'identità visiva della rivista di moda. Evoluzione di un medium per la seduzione di massa*

10_Alessandra Cirafici, Ornella Zerlenga (2020). *Word-LIKESignMOVIE. Content switch* (Open Access)

11_Mariano De Angelis (2020). *Documentare fotografando. Architetture spesso 'dimenticate' in Terra di Lavoro* | *Documenting with photographs. Almost 'forgotten' architectures in Terra di Lavoro*

12_Vincenzo Cirillo, Igor Todisco (a cura di) (2020). *Cratere degli Astroni. Concorso foto/grafico 'Comunicazione etica per il pianeta'* | *Cratere degli Astroni. Pho-*

to/graphic contest 'Ethical communication for the planet' (Open Access)

13_Antonella di Luggo, Ornella Zerlenga (a cura di) (2020). *STREET ART. Disegnare sui muri | STREET ART. Drawing on the walls* (Open Access)

14_Massimiliano Ciammaichella (2021). *Scenografia e prospettiva nella Venezia del Cinquecento e Seicento. Premesse e sviluppi del teatro barocco | Scenography and Perspective in Sixteenth and Seventeenth Centuries in Venice. Preconditions and Developments of Baroque Theatre* (Open Access)

15_Vincenzo Cirillo (2021). *Feste settecentesche a Napoli. Disegni e progetti per l'architettura effimera | Eighteenth-century celebrations in Naples. Drawings and designs for ephemeral architecture* (Open access)

16_Ornella Zerlenga, Enrico Cicalò, Valeria Menchetti (2022). *Lock-drawn: disegni dalla quarantena | Lock-drawn: drawings from the quarantine* (Open Access)

17_Margherita Cicala, Fiorillo Raffaella (2023). *La Vanvitelli per la Stranormanna. Concorso per il design grafico della medaglia | Vanvitelli for the Stranormanna. The medal graphic design contest.* (Open Access)

18_Giulia Pellegrini (2024). *COLOR HUB. Inaspettate intersezioni. Una storia antica, oggi | COLOR HUB. Unexpected intersections. An ancient story, today.* (Open Access)

19_Luca Palermo, Assunta Pelliccio (a cura di) (2024). *Visioni meccaniche. Superuomini e ipercittà al tempo della macchina | Mechanical visions. Superhumans and hypercities in the time of the machine.* (Open Access)

20_Margherita Cicala, Raffaella Fiorillo (a cura di) (2024). *La 'Vanvitelli' per la Stranormanna. Concorso per il design grafico della medaglia | 'Vanvitelli' for the Stranormanna. The medal graphic design contest* (Open Access)

21_Massimiliano Ciammaichella, Roberta Ena, Gabriella Liva (2024). *Tutto il mondo è teatro. Digitalizzazione, accessibilità e valorizzazione della scena scomparsa | All the world is theatre. Digitisation, accessibility and enhancing of the disappeared scene* (Open Access)

22_Laura García Sánchez (a cura di) (2025). *Reali spagnoli a Napoli: fra arte e architettura (1598-1713) | Spanish Royalty in Naples: Between Art and Architecture (1598-1713)*

