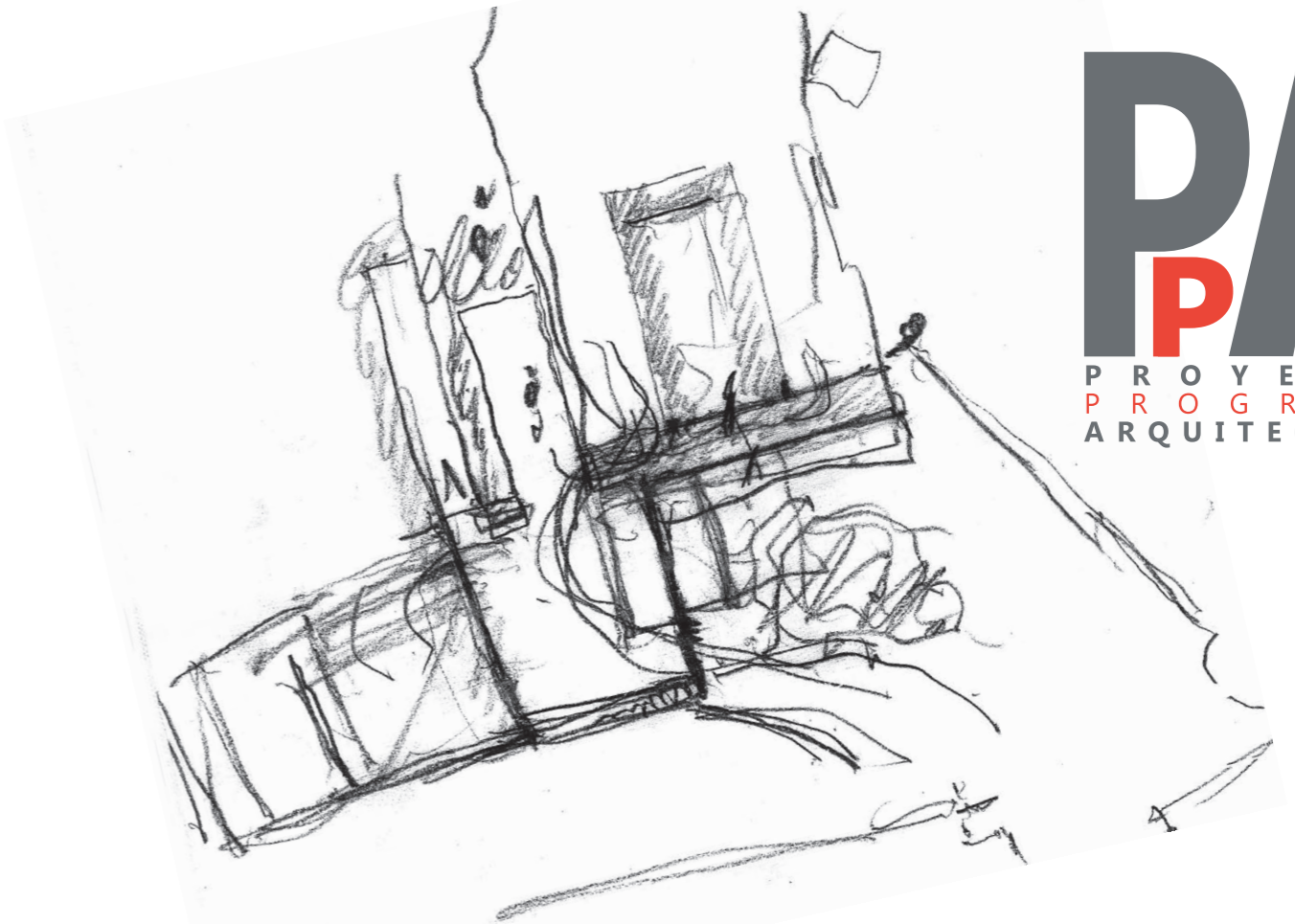


• **EDITORIAL** • EL DOMINIO DEL ARQUITECTO: CAMINOS ABIERTOS; ENFOQUES PRECISOS / THE ARCHITECT'S DOMAIN: OPEN ROADS, PRECISE APPROACHES. Victoria Domínguez Ruiz • **ENTRE LÍNEAS** • INVESTIGACIONES Y ANÁLISIS. PANDA ESTE DEL CLAUSTRO DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA / RESEARCH AND ANALYSIS. EASTERN WING OF THE CLOISTER AT SANTIAGO DE COMPOSTELA CATHEDRAL • **ARTÍCULOS** • **LEARNING FROM CIVILIA. HETERODOXIAS CRÍTICAS, HISTORIOGRAFÍA Y PROYECTO URBANO** / LEARNING FROM CIVILIA. CRITICAL HETERODOXIES, HISTORIOGRAPHY AND URBAN DESIGN. Luis Miguel Lus Arana; Stephen Parnell • **CONSTRUYENDO UN TERRITORIO INVISIBLE. REALIDAD Y RELATO EN LA REINVENCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL PAISAJE ESTADOUNIDENSE** / CREATING AN INVISIBLE TERRITORY. REALITY AND DISCOURSE IN THE ARCHITECTURAL REINVENTION OF THE AMERICAN LANDSCAPE. Carlos Santamarina-Macho • **ARQUITECTURA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: HACIA UN PROYECTO DE PAISAJE INFORMADO** / ARCHITECTURE AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: TOWARDS AN INFORMED LANDSCAPE DESIGN. Marina López Sánchez; Antonio Tejedor Cabrera; Mercedes Linares Gómez del Pulgar • **UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL MEDIO AMBIENTE MEDIANTE LA TECNOLOGÍA: EL CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES DEL MIT** / RESEARCH CENTRE FOR THE COLLECTIVE CONSTRUCTION OF THE ENVIRONMENT THROUGH TECHNOLOGY: THE MIT CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES. Covadonga Lorenzo Cueva • **LIFE CERSUDS: UNA PROPUESTA PARA ADAPTAR NUESTRAS CIUDADES AL CAMBIO CLIMÁTICO** / LIFE CERSUDS: A PROPOSAL TO ADAPT OUR CITIES TO CLIMATE CHANGE. Eduardo de Miguel Arbones; Enrique Fernández-Vivancos González; Javier Mira Peidro; Jorge Corrales García • **LA LÓGICA ARQUITECTÓNICA DE LA FORTIFICACIÓN ITALIANA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA GEOMETRÍA Y LA FORMA** / THE ARCHITECTURAL LOGIC OF ITALIAN FORTIFICATION: A GEOMETRIC AND FORM-BASED APPROACH. Aritz Díez Oronoz • **ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO** / ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO S. DIALOGUES BETWEEN TOPOGRAPHY AND LANDSCAPE. Juan Domingo Santos; Carmen Moreno Álvarez • **RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS** • **KLAUS BIESENBACH Y BETTINA FUNCKE (ED): MOMA PS1. A HISTORY**. María F. Carrascal Pérez • **ENRIQUE JEREZ ABAJO Y EDUARDO DELGADO ORUSCO: PAISAJE Y ARTIFICIO. EL MAUSOLEO PARA FÉLIX RODRÍGUEZ DE LA FUENTE EN BURGOS. MIGUEL FISAC, PABLO SERRANO.** Francisco Javier López Rivera • **TOMÁS GARCÍA GARCÍA: CARTOGRAFÍAS DEL ESPACIO OCULTO. WELBECK ESTATE EN INGLATERRA Y OTROS ESPACIOS.** José Joaquín Parra Bañón.



ARQUITECTURA E INVESTIGACIÓN APLICADA

VISIONES HETEROGÉNEAS



ARQUITECTURA E INVESTIGACIÓN APLICADA
VISIONES HETOROGÉNEAS

22



REVISTA PROYECTO PROGRESO ARQUITECTURA

N22

**arquitectura e investigación aplicada.
visiones heterogéneas**



PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA. **N22**, MAYO 2020 (AÑO XI)

arquitectura e investigación aplicada. visiones heterogéneas

DIRECCIÓN

Dr. Amadeo Ramos Carranza. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España

SECRETARÍA

Dra. Rosa María Anión Abajas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España

EQUIPO EDITORIAL

Edición:

Dr. Amadeo Ramos Carranza. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dra. Rosa María Anión Abajas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Francisco Javier Montero Fernández. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Alfonso del Pozo Barajas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dra. Esther Mayoral Campa. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Miguel Ángel de la Cova Morillo–Velarde. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Germán López Mena. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Juan José López de la Cruz. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Guillermo Pavón Torrejón. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Asesores externos a la edición:

Dr. Alberto Altés Arlandis. Post–Doctoral Research Fellow. Architecture Theory Chair . Department of Architecture. TUDelft. Holanda.

Dr. José Altés Bustelo. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid. España.

Dr. José de Coca Leicher. Escuela de Arquitectura y Geodesia. Universidad de Alcalá de Henares. España.

Dr. Jaume J. Ferrer Fores. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. España.

Dra. Marta Sequeira. CIAUD, Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa, Portugal.

Dr. Carlos Arturo Bell Lemus. Facultad de Arquitectura. Universidad del Atlántico. Colombia.

Carmen Peña de Urquía, architect en RSH–P. Londres. Reino Unido.

SECRETARÍA TÉCNICA

Gloria Rivero Lamela, arquitecto.Personal Investigador en Formación. Universidad de Sevilla. España.

PORTADA:

Croquis: Álvaro Siza Vieira. Proyecto Atrio Alhambra

Fotografía: AA.VV. Guía oficial de la Alhambra y el Generalife. Madrid: Tf Editores, 2010

COMPOSICIÓN DE LA PORTADA

Rosa María Anión Abajas – Amadeo Ramos Carranza

PLANTILLA PORTADA–CONTRAPORTADA

Miguel Ángel de la Cova Morillo–Velarde

PLANTILLA MAQUETACIÓN

Maripi Rodríguez

ISSN (ed. impresa): 2171–6897

ISSN–e (ed. electrónica): 2173–1616

DOI: http://dx.doi.org/10.12795/ppa

DEPÓSITO LEGAL: SE–2773–2010

PERIODICIDAD DE LA REVISTA: MAYO Y NOVIEMBRE

IMPRIME: PODIPRINT



INICIATIVA DEL GRUPO DE INVESTIGACION HUM–632

"PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA"

http://www.proyectoprogresoarquitectura.com

COORDINACION CONTENIDOS CIENTÍFICOS DEL NÚMERO

Dra. Victoria Domínguez Ruiz. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

COMITÉ CIÉNTIFICO

Dr. Gonzalo Díaz Recaséns. Catedrático Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. José Manuel López Peláez. Catedrático Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Dr. Víctor Pérez Escolano. Catedrático Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Jorge Torres Cueco. Catedrático Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universitat Politècnica de València. España.

Dr. Armando Dal'Fabbro. Professore Associato. Dipartimento di progettazione architetonica, Facoltà di Architettura, Universitat Istituto Universitario di Architettura di Venezia. Italia.

Dra. Anne–Marie Chatelêt. Professeur Titulaire. Histoire et Cultures Architecturales. École Nationale Supérieure d'Architecture de Stragbourg. Francia.

Dr. ir. Frank van der Hoeven, TU DELFT. Architecture and the Built Environment, Netherlands

EDITA

Editorial Universidad de Sevilla. Sevilla

DIRECCIÓN CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA

E.T.S. de Arquitectura. Avda Reina Mercedes, nº 2 41012–Sevilla.

Amadeo Ramos Carranza, Dpto. Proyectos Arquitectónicos.

e–mail: revistappa.direccion@gmail.com

EDICIÓN ON–LINE

Portal informático https://revistascientificas.us.es/index.php/ppa

Portalinformático G.I.HUM–632 http://www.proyectoprogresoarquitectura.com

Portal informático Editorial Universidad de Sevilla http://www.editorial.us.es/

© EDITORIAL UNIVERSIDAD DE SEVILLA, 2019.

Calle Porvenir, 27. 41013 SEVILLA. Tfs. 954487447 / 954487451

Fax 954487443. [eus4@us.es] [http://www.editorial.us.es]

© TEXTOS: SUS AUTORES,

© IMÁGENES: SUS AUTORES Y/O INSTITUCIONES

SUSCRIPCIONES, ADQUISICIONES Y CANJE

revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA

Editorial Universidad de Sevilla.

Calle Porvenir, 27. 41013 SEVILLA. Tfs. 954487447 / 954487451

Fax 954487443

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta revista puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

Las opiniones y los criterios vertidos por los autores en los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los mismos.



universidad de sevilla

escuela técnica superior

arquitectura

3^{er} Plan Propio de Docencia

Universidad de Sevilla. Proyecto de innovación docente núm. 22852 Ref. 1.2.3.A Convocatoria 19/20. Modalidad A “Innov–ación Estratégica de Titulaciones”



COLABORA: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla.

http://www.departamento.us.es/dpaetsas

revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA

Nuestra revista, fundada en el año 2010, es una iniciativa del Grupo de Investigación de la Universidad de Sevilla HUM–632 “*proyecto, progreso, arquitectura*” y tiene por objetivo compartir y debatir sobre investigación en arquitectura. Es una publicación científica con periodicidad semestral, en formato papel y digital, que publica trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente en otras revistas. Queda establecido el sistema de arbitraje para la selección de artículos a publicar mediante dos revisores externos –sistema doble ciego– siguiendo los protocolos habituales para publicaciones científicas seriadas. Los títulos, resúmenes ,palabras clave y texto completo de los artículos se publican también en lengua inglesa.

“*proyecto, progreso, arquitectura*” presenta una estructura clara, sencilla y flexible. Trata todos los temas relacionados con la teoría y la práctica del proyecto arquitectónico. Las distintas “temáticas abiertas” que componen nuestra línea editorial, son las fuentes para la conjunción de investigaciones diversas.

La revista va dirigida a arquitectos, estudiantes, investigadores y profesionales relacionados con el proyecto y la realización de la obra de arquitectura.

Our journal, “proyecto, progreso, arquitectura”, founded in 2010, is an initiative of the Research Group HUM–632 of the University of Seville and its objective is the sharing and debating of research within architecture. This six–monthly scientific publication, in paper and digital format, publishes original works that have not been previously published in other journals. The article selection process consists of a double blind system involving two external reviewers, following the usual protocols for serial scientific publications. The titles, summaries, key words and full text of articles are also published in English.

“*proyecto, progreso, arquitectura*” *presents a clear, easy and flexible structure. It deals with all the subjects relating to the theory and the practise of the architectural project. The different “open themes” that compose our editorial line are sources for the conjunction of diverse investigations.*

The journal is directed toward architects, students, researchers and professionals related to the planning and the accomplishment of the architectural work.

SISTEMA DE ARBITRAJE

EVALUACIÓN EXTERNA POR PARES Y ANÓNIMA.

El Consejo Editorial de la revista, una vez comprobado que el artículo cumple con las normas relativas a estilo y contenido indicadas en las directrices para los autores, remitirá el artículo a dos expertos revisores anónimos dentro del campo específico de investigación y crítica de arquitectura, según el modelo doble ciego.

Basándose en las recomendaciones de los revisores, el director de la revista comunicará a los autores el resultado motivado de la evaluación por correo electrónico, en la dirección que éstos hayan utilizado para enviar el artículo. El director comunicará al autor principal el resultado de la revisión (publicación sin cambios; publicación con correcciones menores; publicación con correcciones importantes; no aconsejable para su publicación), así como las observaciones y comentarios de los revisores.

Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, los autores deberán reenviar una nueva versión del artículo, atendiendo a las demandas y sugerencias de los evaluadores externos. Si lo desean, los autores pueden aportar también una carta al Consejo Editorial en la que indicarán el contenido de las modificaciones del artículo. Los artículos con correcciones importantes podrán ser remitidos al Consejo Asesor y/o Científico para verificar la validez de las modificaciones efectuadas por el autor.

EXTERNAL ANONYMOUS PEER REVIEW.

When the Editorial Board of the magazine has verified that the article fulfils the standards relating to style and content indicated in the instructions for authors, the article will be sent to two anonymous experts, within the specific field of architectural investigation and critique, for a double blind review.

The Director of the magazine will communicate the result of the reviewers’ evaluations, and their recommendations, to the authors by electronic mail, to the address used to send the article. The Director will communicate the result of the review (publication without changes; publication with minor corrections; publication with significant corrections; its publication is not advisable), as well as the observations and comments of the reviewers, to the main author.

If the manuscript has been accepted with modifications, the authors will have to resubmit a new version of the article, addressing the requirements and suggestions of the external reviewers. If they wish, the authors can also send a letter to the Editorial Board, in which they will indicate the content of the modifications of the article. The articles with significant corrections can be sent to Advisory and/or Scientific Board for verification of the validity of the modifications made by the author.

INSTRUCCIONES A AUTORES PARA LA REMISIÓN DE ARTÍCULOS

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Instrucciones a autores: extensión máxima del artículo, condiciones de diseño –márgenes, encabezados, tipo de letra, cuerpo del texto y de las citas–, composición primera página, forma y dimensión del título y del autor/a, condiciones de la reseña biográfica, del resumen, de las palabras claves, de las citas, de las imágenes –numeración en texto, en pié de imágenes, calidad de la imagen y autoría o procedencia– y de la bibliografía en http://www.proyectoprogresoarquitectura.com (> PARTICIPA > POLÍTICA DE SECCIONES Y NORMAS DE REDACCIÓN / NORMAS BIBLIOGRAFÍA Y CITAS)

PUBLICATION STANDARDS

Instructions to authors: maximum length of the article, design conditions (margins, headings, font, body of the text and quotations), composition of the front page, form and size of the title and the name of the author, conditions of the biographical review, the summary, key words, quotations, images (text numeration, image captions, image quality and authorship or origin) and of the bibliography in http://www.proyectoprogresoarquitectura.com (> PARTICIPA > POLÍTICA DE SECCIONES Y NORMAS DE REDACCIÓN / NORMAS BIBLIOGRAFÍA Y CITAS)

SERVICIOS DE INFORMACIÓN

CALIDAD EDITORIAL

La Editorial Universidad de Sevilla cumple los criterios establecidos por la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora para que lo publicado por el mismo sea reconocido como “de impacto” (Ministerio de Ciencia e Innovación, Resolución 18939 de 11 de noviembre de 2008 de la Presidencia de la CNEAI, Apéndice I, BOE nº 282, de 22.11.08).

La Editorial Universidad de Sevilla forma parte de la U.N.E. (Unión de Editoriales Universitarias Españolas) ajustándose al sistema de control de calidad que garantiza el prestigio e internacionalidad de sus publicaciones.

PUBLICATION QUALITY

The Editorial Universidad de Sevilla fulfils the criteria established by the National Commission for the Evaluation of Research Activity (CNEAI) so that its publications are recognised as “of impact” (Ministry of Science and Innovation, Resolution 18939 of 11 November 2008 on the Presidency of the CNEAI, Appendix I, BOE No 282, of 22.11.08).

The Editorial Universidad de Sevilla operates a quality control system which ensures the prestige and international nature of its publications, and is a member of the U.N.E. (Unión de Editoriales Universitarias Españolas–Union of Spanish University Publishers).

Los contenidos de la revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA aparecen en:

bases de datos: indexación



SELLO DE CALIDAD EDITORIAL FECYT 2019

WoS. Arts & Humanities Citation Index

WoS. ESCI - Emerging Sources Citation Index

SCOPUS

AVERY. Avery Index to Architectural Periodicals

REBID. Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico

REDALYC. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

EBSCO. Fuente Académica Premier

EBSCO. Art Source

DOAJ, Directory of Open Access Journals

PROQUEST (Arts & Humanities, full text)

DIALNET

ISOC (Producida por el CCHS del CSIC)

DRIJ. Directory of Research Journals Indexing

SJR (2018): 0.111, H index: 2 CUARTIL: Q3

catalogaciones: criterios de calidad

RESH (Revistas Españolas de Ciencias Sociales y Humanidades).

Catálogos CNEAI (16 criterios de 19). ANECA (18 criterios de 21). LATINDEX (35 criterios sobre 36).

DICE (CCHS del CSIC, ANECA).

MIAR, Matriu d'Informació per a l'Avaluació de Revistes. IDCS 2018: 10,500. Campo ARQUITECTURA

CLASIFICACIÓN INTEGRADA DE REVISTAS CIENTÍFICAS (CIRC–CSIC): A

ERIHPLUS

SCIRUS, for Scientific Information.

ULRICH'S WEB, Global Serials Directory.

ACTUALIDAD IBEROAMERICANA.

catálogos on–line bibliotecas notables de arquitectura:

CLIO. Catálogo on–line. Columbia University. New York

HOLLIS. Catálogo on–line. Harvard University. Cambridge. MA

SBD. Sistema Bibliotecario e Documentale. Instituto Universitario di Architettura di Venezia

OPAC. Servizi Bibliotecari di Ateneo. Biblioteca Centrale. Politecnico di Milano

COPAC. Catálogo colectivo (Reino Unido)

SUDOC. Catálogo colectivo (Francia)

ZBD. Catálogo colectivo (Alemania)

REBIUN. Catálogo colectivo (España)

OCLC. WorldCat (Mundial)

DECLARACIÓN ÉTICA SOBRE PUBLICACIÓN Y MALAS PRÁCTICAS

La revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA (PPA) está comprometida con la comunidad académica en garantizar la ética y calidad de los artículos publicados. Nuestra revista tiene como referencia el Código de Conducta y Buenas Prácticas que, para editores de revistas científicas, define el COMITÉ DE ÉTICA DE PUBLICACIONES (COPE).

Así nuestra revista garantiza la adecuada respuesta a las necesidades de los lectores y autores, asegurando la calidad de lo publicado, protegiendo y respetando el contenido de los artículos y la integridad de los mismo. El Consejo Editorial se compromete a publicar las correcciones, aclaraciones, retracciones y disculpas cuando sea preciso.

En cumplimiento de estas buenas prácticas, la revista PPA tiene publicado el sistema de arbitraje que sigue para la selección de artículos así como los criterios de evaluación que deben aplicar los evaluadores externos –anónimos y por pares, ajenos al Consejo Editorial–. La revista PPA mantiene actualizados estos criterios, basados exclusivamente en la relevancia científica del artículo, originalidad, claridad y pertinencia del trabajo presentado.

Nuestra revista garantiza en todo momento la confidencialidad del proceso de evaluación: el anonimato de los evaluadores y de los autores; el contenido evaluado; los informes razonados emitidos por los evaluadores y cualquier otra comunicación emitida por los consejos Editorial, Asesor y Científico si así procediese.

Igualmente quedan afectados de la máxima confidencialidad las posibles aclaraciones, reclamaciones o quejas que un autor desee remitir a los comités de la revista o a los evaluadores del artículo.

La revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA (PPA) declara su compromiso por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados. Por esta razón, el plagio está estrictamente prohibido y los textos que se identifiquen como plagio o su contenido sea fraudulento, serán eliminados o no publicados por la revista PPA. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad posible. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por nuestra revista, los autores han de garantizar que el artículo y los materiales asociados a él son originales o no infringen derechos de autor. También los autores tienen que justificar que, en caso de una autoría compartida, hubo un consenso pleno de todos los autores afectados y que no ha sido presentado ni publicado con anterioridad en otro medio de difusión.

ETHICS STATEMENT ON PUBLICATION AND BAD PRACTICES

PROYECTO, PROGRESO ARQUITECTURA (PPA) makes a commitment to the academic community by ensuring the ethics and quality of its published articles. As a benchmark, our journal uses the Code of Conduct and Good Practices which, for scientific journals, is defined for editors by the PUBLICATION ETHICS COMMITTEE (COPE).

Our journal thereby guarantees an appropriate response to the needs of readers and authors, ensuring the quality of the published work, protecting and respecting the content and integrity of the articles. The Editorial Board will publish corrections, clarifications, retractions and apologies when necessary.

In compliance with these best practices, PPA has published the arbitration system that is followed for the selection of articles as well as the evaluation criteria to be applied by the anonymous, external peer–reviewers. PPA keeps these criteria current, based solely on the scientific importance, the originality, clarity and relevance of the presented article.

Our journal guarantees the confidentiality of the evaluation process at all times: the anonymity of the reviewers and authors; the reviewed content; the reasoned report issued by the reviewers and any other communication issued by the editorial, advisory and scientific boards as required.

Equally, the strictest confidentiality applies to possible clarifications, claims or complaints that an author may wish to refer to the journal's committees or the article reviewers.

PROYECTO, PROGRESO ARQUITECTURA (PPA) declares its commitment to the respect and integrity of work already published. For this reason, plagiarism is strictly prohibited and texts that are identified as being plagiarized, or having fraudulent content, will be eliminated or not published in PPA. The journal will act as quickly as possible in such cases. In accepting the terms and conditions expressed by our journal, authors must guarantee that the article and the materials associated with it are original and do not infringe copyright. The authors will also have to warrant that, in the case of joint authorship, there has been full consensus of all authors concerned and that the article has not been submitted to, or previously published in, any other media.

editorial

- EL DOMINIO DEL ARQUITECTO: CAMINOS ABIERTOS; ENFOQUES PRECISOS / THE ARCHITECT'S DOMAIN: OPEN ROADS, PRECISE APPROACHES**
Victoria Domínguez Ruiz - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.12>) 12

entre líneas

- INVESTIGACIONES Y ANÁLISIS. PANDA ESTE DEL CLAUSTRO DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA / RESEARCH AND ANALYSIS. EASTERN WING OF THE CLOISTER AT SANTIAGO DE COMPOSTELA CATHEDRAL**
Eduardo Miguel González Fraile; José Ramón Sola Alonso; Salvador Pérez Mata - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.01>) 16

artículos

- LEARNING FROM CIVILIA. HETERODOXIAS CRÍTICAS, HISTORIOGRAFÍA Y PROYECTO URBANO / LEARNING FROM CIVILIA. CRITICAL HETERODOXIES, HISTORIOGRAPHY AND URBAN DESIGN**
Luis Miguel Lus Arana; Stephen Parnell - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.02>) 36

- CONSTRUYENDO UN TERRITORIO INVISIBLE. REALIDAD Y RELATO EN LA REINVENCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL PAISAJE ESTADOUNIDENSE / CREATING AN INVISIBLE TERRITORY. REALITY AND DISCOURSE IN THE ARCHITECTURAL REINVENTION OF THE AMERICAN LANDSCAPE**
Carlos Santamarina-Macho - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.03>) 54

- ARQUITECTURA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: HACIA UN PROYECTO DE PAISAJE INFORMADO / ARCHITECTURE AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: TOWARDS AN INFORMED LANDSCAPE DESIGN**
Marina López Sánchez; Antonio Tejedor Cabrera; Mercedes Linares Gómez del Pulgar
(DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i20.04>) 72

- UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL MEDIO AMBIENTE MEDIANTE LA TECNOLOGÍA: EL CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES DEL MIT / A RESEARCH CENTRE FOR THE COLLECTIVE CONSTRUCTION OF THE ENVIRONMENT THROUGH TECHNOLOGY: THE MIT CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES**
Covadonga Lorenzo Cueva - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i20.05>) 88

- LIFE CERSUDS: UNA PROPUESTA PARA ADAPTAR NUESTRAS CIUDADES AL CAMBIO CLIMÁTICO / LIFE CERSUDS: A PROPOSAL TO ADAPT OUR CITIES TO CLIMATE CHANGE**
Eduardo de Miguel Arbones; Enrique Fernández-Vivancos González; Javier Mira Peidro; Jorge Corrales García
(DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.06>) 102

- LA LÓGICA ARQUITECTÓNICA DE LA FORTIFICACIÓN ITALIANA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA GEOMETRÍA Y LA FORMA / THE ARCHITECTURAL LOGIC OF ITALIAN FORTIFICATION: A GEOMETRIC AND FORM-BASED APPROACH**
Aritz Díez Oronoz - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.07>) 118

- ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO / ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO**
Juan Domingo Santos; Carmen Moreno Álvarez - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.08>) 138

reseña bibliográfica TEXTOS VIVOS

- KLAUS BIESENBACH Y BETTINA FUNCKE (ED): MOMA PS1. A HISTORY**
María F. Carrascal Pérez - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.09>) 160

- ENRIQUE JEREZ ABAJO Y EDUARDO DELGADO ORUSCO: PAISAJE Y ARTIFICIO. EL MAUSOLEO PARA FÉLIX RODRÍGUEZ DE LA FUENTE EN BURGOS. MIGUEL FISAC, PABLO SERRANO**
Francisco Javier López Rivera - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.10>) 162

- TOMÁS GARCÍA GARCÍA: CARTOGRAFÍAS DEL ESPACIO OCULTO. WELBECK ESTATE EN INGLATERRA Y OTROS ESPACIOS**
José Joaquín Parra Bañón - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.11>) 164

LA LÓGICA ARQUITECTÓNICA DE LA FORTIFICACIÓN ITALIANA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA GEOMETRÍA Y LA FORMA

THE ARCHITECTURAL LOGIC OF ITALIAN FORTIFICATION: A GEOMETRIC AND
FORM-BASED APPROACH

Aritz Díez Oronoz (<https://orcid.org/0000-0002-1805-4141>)

RESUMEN El avance de las técnicas militares durante el Renacimiento obligó a una refundación completa de la arquitectura militar, que inició un vertiginoso proceso de experimentación en busca de nuevas soluciones efectivas contra el poder de la artillería. Esta problemática trascendía el plano militar o funcional al que se vincula tradicionalmente la fortificación y comprometía otros factores vinculados a sus valores arquitectónicos, como su capacidad expresiva y las connotaciones simbólicas que representaban en el imaginario colectivo. El singular contexto cultural italiano y la visión panorámica de los arquitectos resultaron esenciales para que la arquitectura defensiva pudiera ser repensada en toda su complejidad. Las relaciones geométricas y el uso de la forma como herramientas arquitectónicas guiaron las reflexiones dirigidas a reinventar una nueva idea de la fortificación. El estudio de los diseños autógrafos de los arquitectos, enriquecida con una aproximación vinculada a la historia del arte, resulta fundamental en este caso para descubrir los razonamientos e ideas de origen que gestaron la fortificación moderna. Una investigación que estudia un momento fundacional concreto de la fortificación en Italia, que, sin embargo, contiene lecciones y valores atemporales, vinculados a todo proceso de gestación de una arquitectura que este artículo trata de desvelar y hacer visibles rescatando los proyectos más interesantes de este intenso periodo de reinención.

PALABRAS CLAVE fortificación; arquitectura defensiva; geometría; forma; Renacimiento; Italia.

SUMMARY Advances in military techniques during the Renaissance called for a thorough rethinking of military architecture, leading to a dizzying process of experimentation in search of novel and effective solutions to artillery power. This situation transcended the military or functional plane to which fortification was traditionally linked and engaged other factors relating to its architectural values, such as its expressive capacity and the symbolic connotations they represented in the collective imagery. The unique cultural context in Italy and the architects' panoramic vision were essential to enable defensive architecture to be rethought in its full complexity. Geometric relationships and the use of form as architectural tools guided reflections aimed at reinventing a new idea of fortification. Study of the architects' original designs, enhanced by an approach involving the history of art is fundamental, in this case, in order to discover the initial reasoning and ideas that gave rise to modern fortification. A study that examines a specific foundational period of fortification in Italy which, nonetheless, holds timeless lessons and values linking all the gestation processes of an architecture that this paper seeks to reveal and make visible by retrieving the most interesting projects from this intense period of reinvention.

KEYWORDS fortification; defensive architecture; geometry; form; Renaissance; Italy

Persona de contacto / Corresponding author: aritz.diez@ehu.eus. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad del País Vasco. España.

Proyecto, Progreso, Arquitectura. N22: Arquitectura e investigación aplicada. Visiones heterogéneas. Mayo 2020. Universidad de Sevilla. ISSN 2171-6897 / ISSN 2173-1616 / 13-09-2019 recepción - aceptación - 16-03-2020. DOI <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.07>

ARQUITECTURA Y GUERRA EN EL RENACIMIENTO ITALIANO

Los orígenes de la fortificación moderna se entremezclan con uno de los momentos más intensos y fecundos de la historia del arte y la arquitectura europeas: el Renacimiento italiano. Al mismo tiempo que la renovación cultural "abrió los horizontes de la Edad Media", el nuevo modo de hacer la guerra marcó de un modo determinante la Italia del Renacimiento¹.

La irrupción de las armas de fuego en la segunda mitad del *Quattrocento* alteró completamente los fundamentos de la guerra, anulando la capacidad defensiva de las antiguas fortificaciones medievales y forzando una renovación acelerada de la arquitectura defensiva. La amenaza de la guerra y el clima constante de inseguridad derivado de este desequilibrio convirtió a la guerra en un factor estructural que trascendió todos los ámbitos y marcó de un modo también decisivo las preocupaciones de los arquitectos renacentistas italianos².

La necesidad de repensar *ex novo* un nuevo sistema defensivo capaz de hacer frente al poder de la artillería se convirtió en uno de los principales desafíos del Renacimiento. Más allá de la importancia del desafío técnico y funcional introducido por la artillería, el problema de la fortificación implicaba otras cuestiones también importantes que trascendían las necesidades puramente técnicas o pragmáticas³. Se hacía necesario encontrar un nuevo lenguaje capaz de sustituir, al menos en un modo igualmente eficaz, todo el complejo repertorio de formas que eran parte de la imagen y de la expresión de las fortificaciones medievales. En otras palabras, era necesario encontrar un sustituto de aquella imagen de la muralla medieval que era el verdadero garante de la defensa y de la identidad ciudadana en el imaginario colectivo.

Como puede imaginar el lector, ello derivaba en un problema más complejo que el simplemente militar y que, por desgracia, ha sido obviado por la mayor parte de los estudios sobre este tema. Una problemática difícilmente

1. BERENSON, Bernard. *The Florentine painters of the Renaissance*. Nueva York-Londres: G.P. Putnam's Sons, The Knickerbock Press, 1896, pp. 23-24.

2. HALE, John R. *La Europa del Renacimiento, 1480-1520*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores, 1993, pp. 97-113.

3. MURATORE, Giorgio. *Insediamenti e paesaggio ambientale fisico e cultura materiale*. En: Francesco Paolo FIORE; Giorgio MURATORE; Enrico VALERIANI, *I castelli: Architettura e difesa del territorio tra Medioevo e Rinascimento*. Novara: Istituto Geográfico de Agostini, 1978, p. 48.

1. Estudio de uno de los diseños de B. Peruzzi en el
Gabinetto dei Disegni degli Uffizi.

abordable desde soluciones únicamente funcionales y para el que fue necesario un desarrollo pausado, una reflexión amplia, un esfuerzo capaz de vincular las nuevas soluciones con los rasgos culturales de la sociedad del Renacimiento. En definitiva, una aproximación que necesitaba de la perspectiva más amplia de la arquitectura, tal y como era entendida y ejercida en Italia durante aquel período: como un oficio transversal, vinculado estrechamente al resto de las artes y que resultó esencial para repensar la arquitectura defensiva en toda su complejidad⁴.

La importancia de las ideas y proyectos no construidos

Hay que señalar que esta visión transversal y amplia de la fortificación es poco frecuente en los estudios sobre este tema. Ello se debe a que ha prevalecido el carácter militar que tomó la poliorcética después del Renacimiento y a que el protagonismo que tomó el sistema bastionado que surgió precisamente de este proceso de reinención ha eclipsado el resto de propuestas previas que fueron necesarias para la gestación de una nueva arquitectura defensiva. Es importante ser conscientes de que ninguna de las creaciones del ser humano parte de la idea del objeto que acabarán siendo, sino del pensamiento sobre una necesidad que no sabe nada del destino material en que concluirá⁵. También en el caso de la fortificación, este proceso de reinención de una nueva arquitectura defensiva estuvo caracterizado por el surgimiento de múltiples propuestas que componen un interesante elenco de proyectos en los que pueden rastrearse enseñanzas de tipo geométrico y proyectual todavía válidas para todo proceso de gestación de una arquitectura.

Por ello, la recuperación y el estudio de todos aquellos pensamientos y proyectos de origen, las diversas arquitecturas previas planteadas para hacer frente a la artillería, el estudio del método lógico-arquitectónico con el que los arquitectos renacentistas italianos afrontaron

este reto de la reinención de una nueva idea de la fortificación, resultan determinantes para comprender las bases sobre las que se originó la fortificación bastionada y poder trasladarlas a una lectura contemporánea del oficio del arquitecto.

Para ello, ha sido necesario abordar esta problemática desde disciplinas y perspectivas nuevas que, en este caso, han dado un protagonismo especial a los testimonios gráficos y escritos de todas aquellas propuestas y proyectos jamás construidos, pero que contribuyeron de un modo determinante a impulsar una nueva idea de la arquitectura defensiva.

Los diseños autógrafos de los principales arquitectos renacentistas nos ayudan a reconocer no solo la definición de un proyecto concreto, sino el rastro de la idea de ese mismo proyecto en proceso de definirse⁶. Sus escritos y tratados desvelan opiniones y razonamientos que a menudo ocultan principios fundamentales para comprender la lógica de sus propuestas. Las pinturas de la época reproducen a menudo una concepción de la forma análoga a la de la fortificación que pueden expresarse de un modo mucho más elemental y claro que en los proyectos construidos. Por último, los dibujos y cuadernos de viaje nos dan testimonio de arquitecturas defensivas construidas en este limitado periodo de tiempo y que, por desgracia, desaparecieron o fueron sustituidas rápidamente por otras fortificaciones más modernas (figura 1).

Una búsqueda que necesita de una aproximación polifacética, una investigación sobre el proceso de diseño de unas arquitecturas concretas que ha sido posible gracias a una investigación realizada a través de varios viajes por Italia y, principalmente, durante una larga estancia en Florencia de la que derivaron varias colaboraciones con el *Gabinetto dei Disegni degli Uffizi*, la Casa Buonarroti, el *Kunsthistorisches Institut* in Florenz y de la *Biblioteca Nazionale di Firenze*.

4. L. B. Alberti defiende en el noveno libro del *De Re Aedificatoria* esta concepción de la arquitectura y la importancia de sus métodos propios para dar una forma concreta a necesidades particulares. CASTELLI, Patricia. *La estética del Renacimiento*. Madrid: Machado Libros, 2011, p. 112. Esta interpretación ha sido señalada también por PORTOGHESI, Paolo. *El ángel de la historia. Teoría y lenguajes de la Arquitectura*. Madrid: Hermann Blume, 1985, p. 49.

5. SPENGLER, Oswald. *El hombre y la técnica y otros ensayos*. Madrid: Espasa-Calpe, 1976, pp. 15-16.

6. QUIGNARD, Pascal. *La imagen que hoy nos falta*. Madrid: Cuatro ediciones, 2016, pp. 48-49.

LA LÓGICA GEOMÉTRICA DE LA ARTILLERÍA
Y LA LÓGICA DE LA FORMA DEFENSIVA

La esencia de este desafío no fue otro que intentar comprender –en su sentido más profundo– las leyes naturales de la artillería para interpretar su naturaleza y traducirla en una nueva lógica de la arquitectura defensiva. Esto es, se trataba de traducir en leyes claras y sencillas la caótica realidad de la artillería –el estruendo de la explosión, la velocidad y la violencia del impacto de los proyectiles que en un primer momento tanto aturdieron a los contemporáneos de esta innovación– para comprender su esencia y dar una nueva respuesta a la fortificación tanto desde el plano funcional como del expresivo⁷.

Los recorridos por los que se desarrolló la fortificación moderna estuvieron condicionados por los métodos con los que sus contemporáneos superaron el *shock* inicial y asimilaron el funcionamiento del cañón mediante una aproximación panorámica, vinculada en todo momento a la transversalidad propia del oficio del arquitecto⁸. Es cierto que las teorías sobre el movimiento de los cuerpos heredadas desde la Edad Media proporcionaron una base teórica a la explicación del movimiento del proyectil⁹. Pero, en realidad, la mayor innovación vino de la aplicación de la lógica geométrica derivada de la recién inventada perspectiva lineal como instrumento para guiar las reflexiones y las ideas sobre la fortificación a través de una estructura mental basada en los métodos gráficos propios del arquitecto.

El método geométrico de la perspectiva lineal y su aplicación en la arquitectura defensiva

En este sentido, es importante señalar que la perspectiva lineal, piedra angular de la renovación de las artes en el Renacimiento, no revolucionó únicamente el modo de entender y representar el espacio. En su vertiente más



1

práctica, esta nueva idea del espacio y del mundo consiguió asimilar las experiencias visivas a través de leyes geométricas sistematizadas, llegando a servir de base “para la construcción de un mundo empírico sólidamente fundado” que resultó esencial para el desarrollo de la arquitectura militar¹⁰. El principal éxito de la perspectiva lineal renacentista fue reducir la complejidad de la experiencia de la vista a unas leyes geométricas simples y sistematizadas: al mismo tiempo que el espacio representado en el Renacimiento se postulaba como un espacio sistematizado, la realidad se convirtió en un una

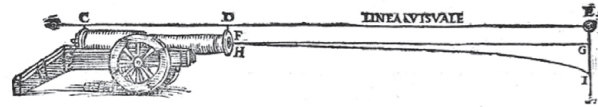
7. Como testimonio de la conmoción causada por la artillería, ver: DI GIORGIO MARTINI, Francesco. *Trattati di Architettura Ingegneria e Arte Militare*. Milán: Edizioni Il Polifilo, 1967, Vol 1, pp. 5-6; 13.

8. DÍEZ ORONÓZ, Aritz. *Una bella sfida formale tra Quattro e Cinquecento: la nascita di una nuova forma architettonica della fortificazione nei grandi architetti del Rinascimento italiano*. Directores: Alberto Ustarroz Calatayud y Andrés Caballero Lobera. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco, Departamento de Arquitectura, 2019. Vol. I, pp. 61-81.

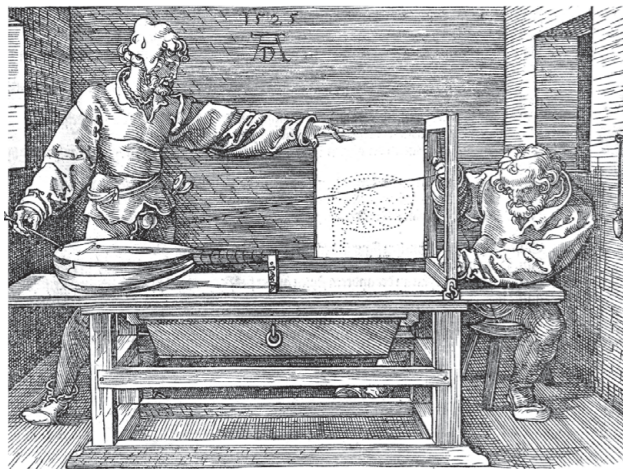
9. BORGIO, Francesca. *The impetus of battle: visualizing antagonism in Leonardo*. En: Frank FEHRENBACH. *Leonardo da Vinci: Natur im Übergang: Beiträge zu Wissenschaft, Kunst und Technik*. Múnich: W. Fink, 2002. pp. 222-223.

10. PANOFKY, Erwin. *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona: Fábula Tusquets Editores, 2016, p. 48.

L I B R O
per esser stato dimostrato, che in simec tiri la balla mai ua per linea perfettamente retta, ma sempre per obliqua, ouer curua, seguita di necessita, che tal balla dia, ouer dara di sotto dal ponto. g. come saria à dire in ponto. i. & perche ogni commune intelletto, senza altra dimostratione, confirmara in questo caso, che quanto piu sara lontano el detto segno. e. tanto piu basso sara el ponto. i. perche el tranfiro, ouer moto curuo continuamente si ua piu curuando uerso terra, che è il primo proposito.



El secondo proposito cioe, che se la mira dauanti sara piu alta, che quella de drio, che simelmente la botta sempre dara piu bassa del segno, & in ogni uerso, & molto piu basso di quello saria con le mire eguale, & questo senza altra dimostratione è manifestello, come per la figura sottoscritta sensibelmte si uede, e pero sopra di cio non diro altro, saluo che questi dui effempi, quantunque siano dati nel tirar aliucello si debbe intendere il medesimo succedere in ogni altro uerso.



2

realidad sistematizable a través de unas leyes geométricas análogas¹¹.

De este modo, la experiencia del disparo del cañón pudo ser sintetizada de un modo análogo a la vista a través de una lógica geométrica que podía sintetizar la complejidad de la experiencia real de la artillería a una idea simple y manejable a través de la geometría, es decir, a través de un método vinculado a las herramientas propias del oficio del arquitecto (figura 2).

El resultado de este proceso está excepcionalmente representado en uno de los diseños del *Codex Atlanticus* de Leonardo da Vinci. El dibujo representa la planta de una muralla zigzagueante con aspilleras de las que

2. Comparación entre una imagen del tratado de artillería de Nicolo Tartaglia y un grabado de Albrecht Dürer sobre un experimento de perspectiva lineal.
3. Propuesta de Leonardo da Vinci para un lienzo de muralla en zig-zag.

surgen una suerte de ramilletes de líneas radiales que llenan la parte superior del folio. En uno de sus escritos sobre la luz, Leonardo reflexiona que "el aire está lleno de infinitas líneas rectas y radiantes cruzadas y entrelazadas sin obstaculizarse entre sí" y que estos rayos luminosos "representan para cada objeto la verdadera forma de su propia razón de ser"¹². Justamente en este diseño, estas líneas de luz que colmatan el aire trasladan su lógica del ámbito de la vista a la de la poliorcética, convirtiéndose en la representación de la trayectoria de las balas del cañón, representadas también por Leonardo como unos pequeños círculos en la parte superior de la lámina (figura 3).

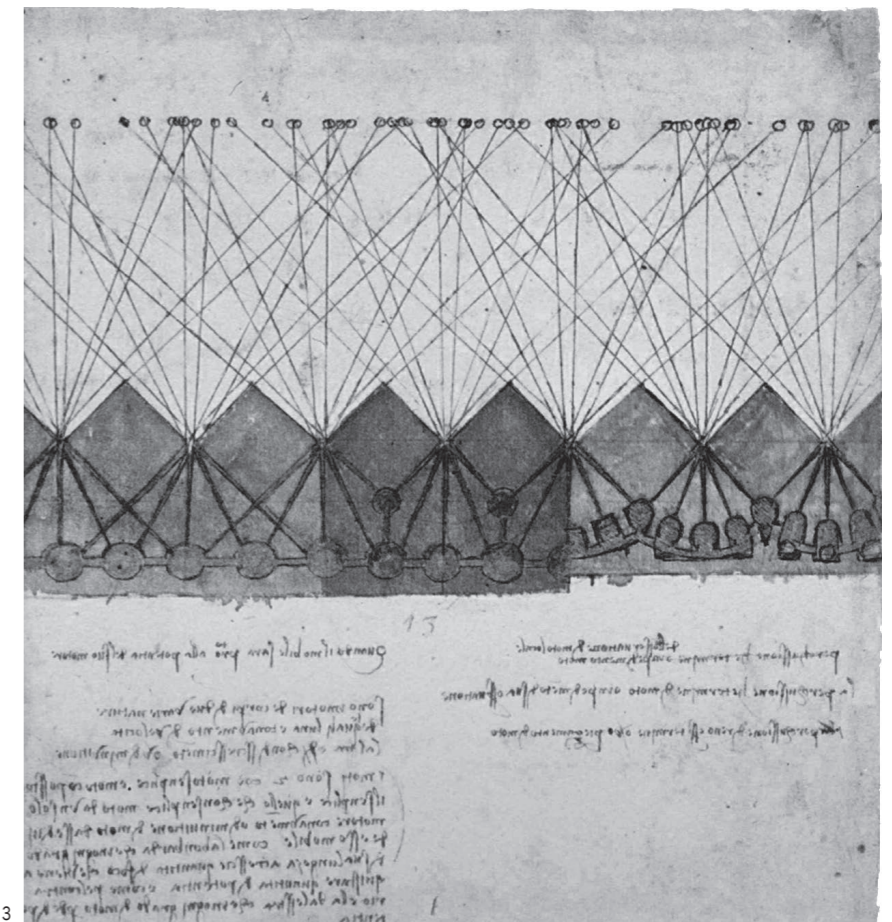
La correspondencia entre el fenómeno estudiado y su síntesis gráfica es inmediata: el movimiento del proyectil se equipara al de la pluma del artista sobre el papel, sintetizando toda la complejidad del momento en una síntesis gráfica tan elemental y brillante como es una sencilla línea recta. Un proceso análogo por el que el método de la perspectiva lineal llegó a sintetizar la complejidad de la vista y que fue determinante para que el diseño se convirtiera en el instrumento por antonomasia para analizar y estudiar también una realidad, *a priori* caótica, como es la guerra.

La correspondencia entre el funcionamiento de la artillería y la síntesis gráfica es tan natural y efectiva que desde nuestro punto de vista puede parecer ciertamente ingenua o incluso demasiado simple. Sin embargo, es importante subrayar que para llegar a esta síntesis de tipo geométrico fue necesario un largo proceso colectivo de reflexión, el apoyo de una construcción mental tan profunda y compleja como es la perspectiva lineal y, sobre todo, un acercamiento global al problema que solo pudo hacerse desde el ámbito de la arquitectura.

La transformación de las fortificaciones se inició gracias a este cambio en la *forma mentis* de los arquitectos, que abrió la vía a una nueva lógica de la fortificación, liberándola de la herencia medieval y vinculándola a un

11. Henri Focillon señala la dificultad que existe para entender desde nuestra mentalidad actual, influenciada por la perspectiva albertiana o racional, que la concepción del espacio puede transformar también el modo en el que se entiende y percibe el mundo. FOCILLON, Henri. *Vita delle forme seguito da Elogio della mano*. Turín: Giulio Einaudi Editore, 2002, p. 28.

12. Original en italiano: "L'aria e piena d'infinitie linie rette e radiose insieme intersegate e intessute senza ochupatione luna dell'altra. Representano aqualunche obieto lauera forma della lor chagione". DA VINCI, Leonardo. *Bibliothèque de l'Institut de France*, Ms. A, fol. 2.



3

universo formal propio todavía por descubrir¹³. Debido a todo ello, el uso del diseño y de la geometría se convirtió en la principal herramienta para comprender las leyes de la artillería y en el principal método para guiar las reflexiones de los arquitectos. El problema de la fortificación se transformó de este modo en un problema eminentemente geométrico pensado en función de la forma y se convirtió en un ámbito fértil para la reflexión y experimentación geométrica que impulsó el imaginario de los arquitectos hacia resultados jamás vistos¹⁴.

LA "FORMA RESISTENTE"

Como afirmara Francesco Paolo Fiore, la modificación de la lógica geométrica y formal de las fortificaciones forzó el paso de la idea de "resistencia por solidez de los materiales a la resistencia por forma", esto es, a la idea de

oponer geometrías pasivas que resistían por su propia concepción geométrica al disparo activo de la bombardada¹⁵. Esta lógica geométrica dio lugar en las primeras propuestas a dos razonamientos fundamentales desde el punto de vista de su respuesta geométrica: la oposición de formas redondeadas y de aspecto pasivo basadas en la geometría del círculo a la trayectoria recta del proyectil, y la oposición de formas anguladas de aspecto activo derivadas del ángulo agudo a esta misma trayectoria de la línea recta del disparo.

Dos propuestas arquetípicas de Francesco di Giorgio Martini

Las fortalezas de Sassocorvaro (1479) y Mondavio (1480) son dos modelos claros y tempranos de la utilización de estas dos variantes de la nueva lógica de resistencia por

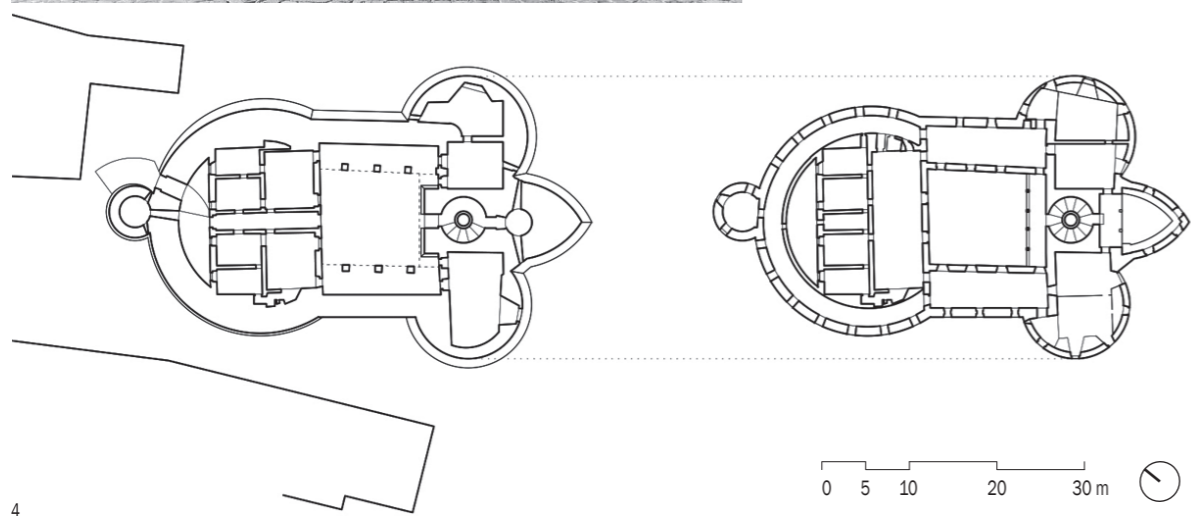
13. FIORE, Francesco Paolo. *Nuove fondazioni urbane e castellane: strutture abitative e perimetri difensivi*. En: Francesco Paolo FIORE, Giorgio MURATORE; Enrico VALERIANI, op. cit. supra, nota 3, pp. 26-27.

14. DÍEZ ORONÓZ, Aritz, op. cit. supra, nota 8, Vol. I, pp. 80-81.

15. FIORE, Francesco Paolo, op. cit. supra, nota 13, pp. 26-27.



4. Rocca de Sassocorvaro. Fotografía general y plantas.
5. Rocca de Sassocorvaro. Detalles.



4

forma. Ideadas y construidas por Francesco prácticamente al mismo tiempo, cada una de ellas toma como principio una de las dos estrategias de respuesta formal antes descritas y evidencian las posibilidades expresivas connaturales a estos dos tipos de órdenes geométricos de la forma defensiva.

En el caso de la *rocca* de Sassocorvaro, las geometrías circulares y las superficies curvas dominan la imagen

exterior¹⁶ (figuras 4 y 5). El patio rectangular, oculto al interior de la fortaleza, se reviste en el frente hacia la ciudad con un gran cilindro cuya superficie redondeada se prolonga hacia los laterales ocultando gran parte de la fortaleza. En el frente opuesto, allá donde la envolvente del cilindro se encuentra con la del patio, dos torreones circulares de menor tamaño, situados en los extremos, custodian un tercer saliente de lados también curvos

16.. Sobre la *rocca* de Sassocorvaro, ver: ADAMS, Nicholas. *La rocca Ubaldesca di Sassocorvaro*. En: Francesco Paolo FIORE; Manfredo TAFURI. *Francesco di Giorgio architetto*. Milán: Electa, 1993, pp. 211-217; VOLPE, Gianni. *Rocche e fortificazioni del Ducato di Urbino (1444-1502): l'esperienza martiniana e l'architettura militare de "transione"*. Urbino: Comitato per le Celebrazioni Fredericane, Regione Marche, 1982, pp. 58-68.



5

que encara la cercana ladera del monte. Como puede apreciarse en las imágenes que acompañan al texto, las amplias superficies combadas se unifican en torno a la misma idea del círculo que subyace en todo el proyecto. Como afirmara Filarete, la base circular de su forma hace que la vista "lo circunda de un vistazo", evitando cualquier obstáculo visual que potencia la continuidad y unidad de la forma global¹⁷. Parfraseando a Andrea Palladio, el uso del círculo "hace que no pueda encontrarse ni un principio ni un final" y de este modo todas las partes de la forma acaban por "participar de la figura global"¹⁸.

Las marcadas líneas horizontales de los cordones en piedra gris definen los cinco niveles del alzado de ladrillo-escarpa inclinada inferior en mampostería, un cuerpo

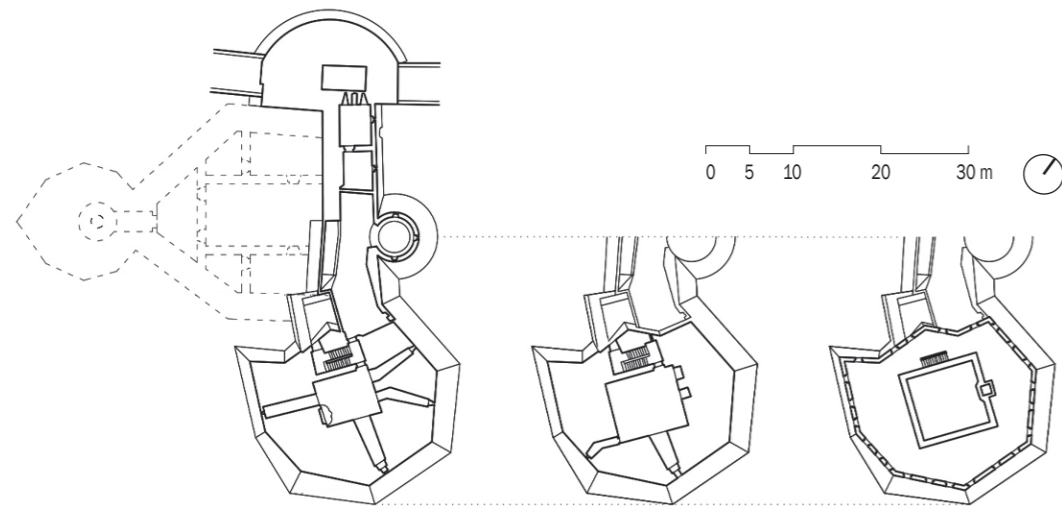
intermedio recto y los dos frisos superiores, uno de ellos en vuelo-, que refuerzan la redondez de la forma cilíndrica. La fortaleza toma, gracias a esta insistencia en el círculo, un aspecto de solidez y firmeza inexistente en las fortificaciones precedentes que está llevada hasta sus últimas consecuencias: la tradicional coronación de merlones se sustituye por las dos bandas continuas de ladrillo con ventanas y aspilleras que marcan el ritmo de la curva, los *beccatelli* medievales se convierten en una superficie alabeada continua y las torres menores adosadas a la fortaleza, especialmente la torrecilla que protege el eje del cilindro principal, continúan con la lógica geométrica del círculo y refuerzan la idea de las líneas horizontales que atan todo el conjunto. La arquitectura de la fortaleza no

17. Cita completa en italiano: "Quando vedi uno archo mezzo tondo, l'occhio tuo non è impedito niente quando tu lo risguardi; così quando tu vedi uno cerchio tondo [...] subito la vista lo circunda intorno al primo sguardo, e transcorsa la vista, che non à ritengnio né ostaculo nessuno". FILARETE. *Trattato di Architettura*. Biblioteca Nazionale di Firenze, Manoscritto II.I.140. Libro VIII, pp. 277.

18. Cita completa en italiano: "[...] la Ritonda sia tale, perche sola tra tutte le figure è semplice, uniforme, eguale, forte, e capace [...] a quali si conviene massimamente distinguere; & havendo le sue parti simili tra di loro, e che tutte partecipano della figura del tutto [...] quest figura, perche essendo essa da un solo termine rinchiusa, nel quale non si può ne principio, ne fine trovare, ne l'uno dall'altro". PALLADIO, Andrea. *I Quattro Libri dell'Architettura di Andrea Palladio*. Trento: Ulrico Hoepli Editore, 2014, Libro IV, Cap. II, p. 6.



6. Rocca de Mondavio. Fotografía general y plantas.
7. Rocca de Mondavio. Detalles.



6

solo es efectiva para desviar, para hacer resbalar el disparo del proyectil, sino que exhibe esa condición a través de la redondez de su forma.

La respuesta en el caso de la *rocca* de Mondavio es bien distinta¹⁹. Lo que en el caso de Sassocorvaro se nos

muestra como continuidad curva, las definidas parcelas de sol y sombras que genera el volumen angulado de Mondavio nos remarcamos unos planos fraccionados (figuras 6 y 7). La masa unitaria de la fortaleza se afaceta con numerosos salientes y entrantes, con planos quebrados,

19. Sobre la *rocca* de Mondavio, ver: ADAMS, Nicholas. *La rocca Roveresca di Mondavio*. En: Francesco Paolo FIORE; Manfred TAFURI, *op. cit. supra*, nota 16; VOLPE, Gianni, *op. cit. supra*, nota 16, pp.143-158.



7

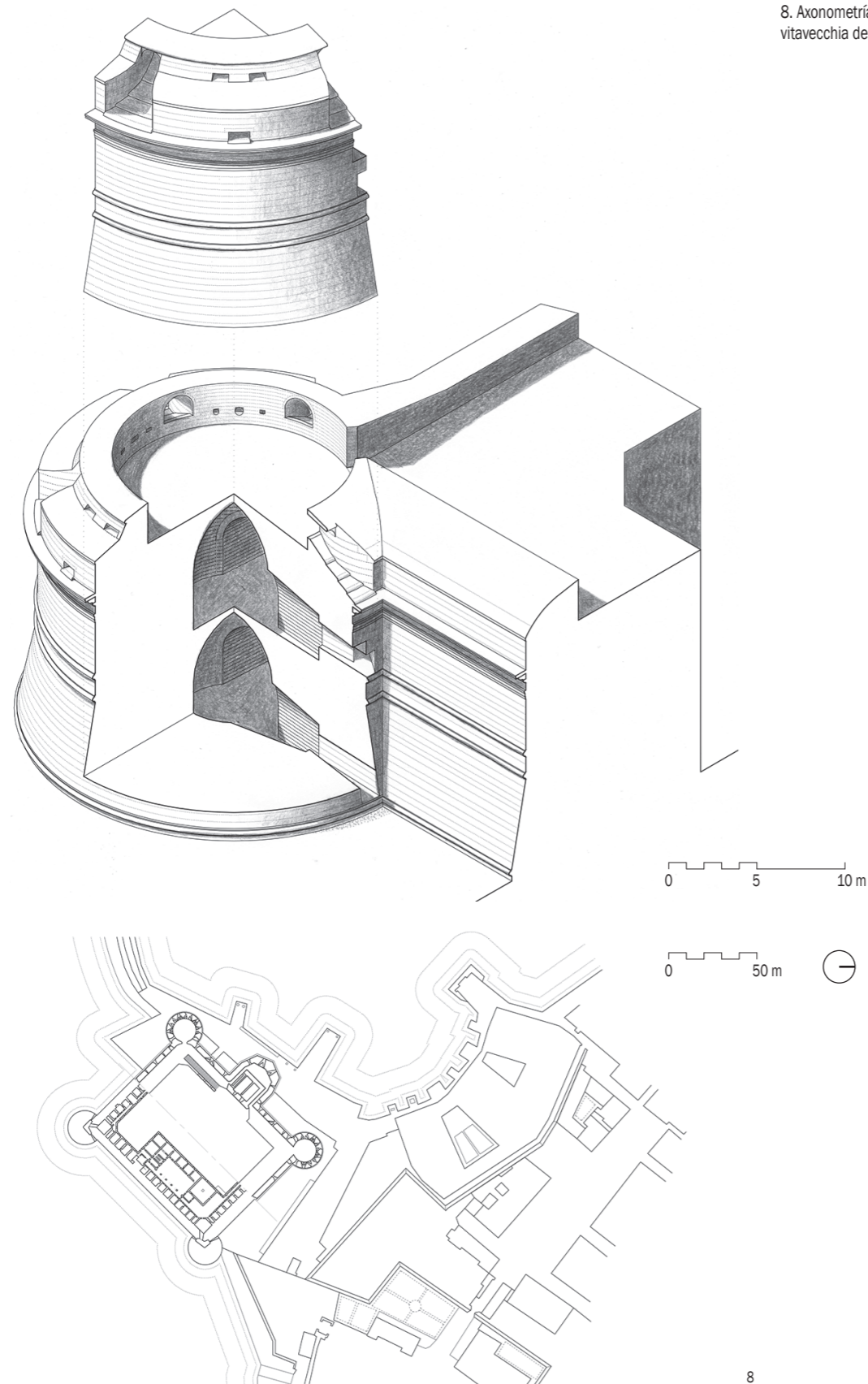
con aristas afiladas que, en vez de prolongar nuestra mirada hacia los costados, la descomponen hacia las múltiples direcciones de cada uno de sus ángulos. En este caso, las referencias a la horizontal se vuelven más sutiles, apenas un imperceptible cordón circular del mismo ladrillo de la fortaleza marca el encuentro entre la escarpa inclinada y el muro vertical, reforzando la continuidad de los planos y acentuando de este modo la compacidad del objeto. Como se observa en las imágenes, la expresión de solidez formal en la *rocca* de Mondavio no se logra por la reducción de todo su volumen a una idea formal lo más esencial posible, como ocurre en Sassocorvaro con el círculo, sino que se consigue aplicando una fragmentación sistemática de las superficies que muestra al asaltante múltiples orientaciones, manteniendo al mismo tiempo la unidad del material como forma de conservar la continuidad entre cada uno de sus frentes.

Las bases escarpadas pasan a convertirse en muros verticales sin apenas discontinuidades, los muros se pliegan en una superficie zigzagueante sin fin y toda la fortaleza toma gracias a ello el aspecto de haber sido

tallada a partir de una sola pieza. En comparación con su homólogo circular, esta *rocca* tallada a partir de la ley del plano inclinado toma un aspecto más agresivo gracias a sus vértices salientes y a sus aristas afiladas. Lo que con el uso de geometrías circulares se convierte en respuesta pasiva, en estas segundas geometrías modeladas por la recta adquiere una apariencia más activa que fue determinante para la evolución en la definición de una lógica –funcional y expresiva al mismo tiempo– de la forma defensiva. Quizá por esta razón, por el aspecto más agresivo de la fortaleza, Francesco mantiene en este caso la coronación de merlones sobre esbeltos y punzantes *beccatelli* de tradición medieval que ayudan a acentuar el aspecto belicoso de la torre principal.

Es importante precisar que ambas corrientes –la de las formas curvas y las anguladas– coexistieron y formaron parte de un mismo proceso de experimentación sobre la forma. A pesar de que esta clasificación resulta sugestiva desde el punto de vista de su clasificación tipológica, ambas elecciones geométricas fueron indisolubles entre sí y se aplicaron indistintamente en la obra militar de un

8. Axonometría de un torreón de la Fortaleza de Civitavecchia de Donato Bramante.



8

mismo arquitecto y a lo largo de varias décadas. En gran número de las propuestas estas dos familias formales fueron complementarias entre sí, lo que evidencia que estas dos corrientes no surgieron como respuestas antagónicas una de la otra, sino como dos opciones diferenciadas dentro del mismo modo de entender la respuesta de las fortificaciones a la artillería.

Por ejemplo, en el caso de la fortaleza de Civitavecchia de Bramante (1508), la lógica formal de los torreones cilíndricos se expresa mediante un lenguaje realmente análogo al utilizado por Francesco di Giorgio en Sassocorvaro²⁰ (figura 8). Las molduras de la base, el doble cordón que ciñe la parte central del alzado y la pronunciada cornisa de la coronación, enfatizada por los sugestivos anillos de los parapetos y troneras que se le superponen, refuerzan la idea formal de base del proyecto.

En el caso del bastión de la Porta Pispini, de Baldassarre Peruzzi (1727), las formas cilíndricas de los flancos y de los espacios interiores se combinan con un frente en el que destaca el tajante vértice recto del ángulo central de la estructura defensiva, definida en su coronación por una cornisa que unifica la composición de volúmenes de la obra²¹ (figura 9).

LA LÍNEA MODELADORA

En el caso de las fortificaciones en la lógica del ángulo saliente, la tipología del revellín fue el principal protagonista y el iniciador del proceso que acabó por definir el nuevo sistema defensivo bastionado. Gracias a estas estructuras de planta triangular, tomaron protagonismo dos aspectos que fueron determinantes para el desarrollo geométrico de la arquitectura defensiva: el aspecto amenazante y activo inherente a las formas anguladas y la evolución que favorecieron en el dominio del razonamiento geométrico sobre la artillería, que pasará de la

lógica de oposición de geometrías a una idea en la que la línea recta derivada del disparo tomará un papel activo y decisivo en la definición de la forma defensiva de estas formas apuntadas.

El trazado de la línea recta del disparo tomará un valor activo en la definición de la forma defensiva, definiendo los ángulos, las orientaciones, las dimensiones, etc., de cada una de las partes de la fortificación, pasando de ser utilizada en función de una interpretación personal y particular de cada arquitecto a definirse en un método sistematizado y regulado que terminará por definir las relaciones y correspondencias entre todas las partes de la fortificación.

Desde el punto de vista expresivo, la exaltación del vértice de las fortificaciones se convertirá en el recurso principal de la arquitectura militar y tendrá un fuerte influjo incluso en el imaginario formal de los artistas del momento, que utilizarán este tipo de geometrías agresivas para dinamizar los fondos de sus pinturas²². La necesidad de mostrar el "aspecto amenazante, duro, arrogante, sólido e inexpugnable" que atribuye el mismo Leon Battista Alberti a la fortificación²³, se convertirá en uno de los principales objetivos de las propuestas planteadas, tal y como se evidencia, por ejemplo, en las propuestas realizadas por Michelangelo Buonarroti para las fortificaciones de Florencia, basadas en el aspecto dinámico y agresivo de las figuras triangulares²⁴ (figura 10).

Del revellín a la tipología del bastión en la obra de los Sangallo

Este recorrido de definición y sistematización de la fortificación es claramente rastreable en la obra de las dos generaciones de arquitectos de la familia Sangallo y tiene también como protagonistas a otros arquitectos reconocidos como Baldassarre Peruzzi, Michelangelo o Michel Sanmicheli. Desde el proyecto para la fortaleza de Poggio

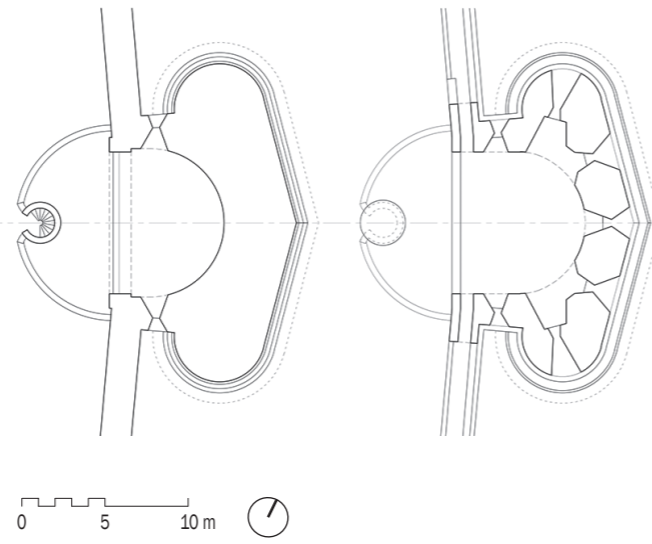
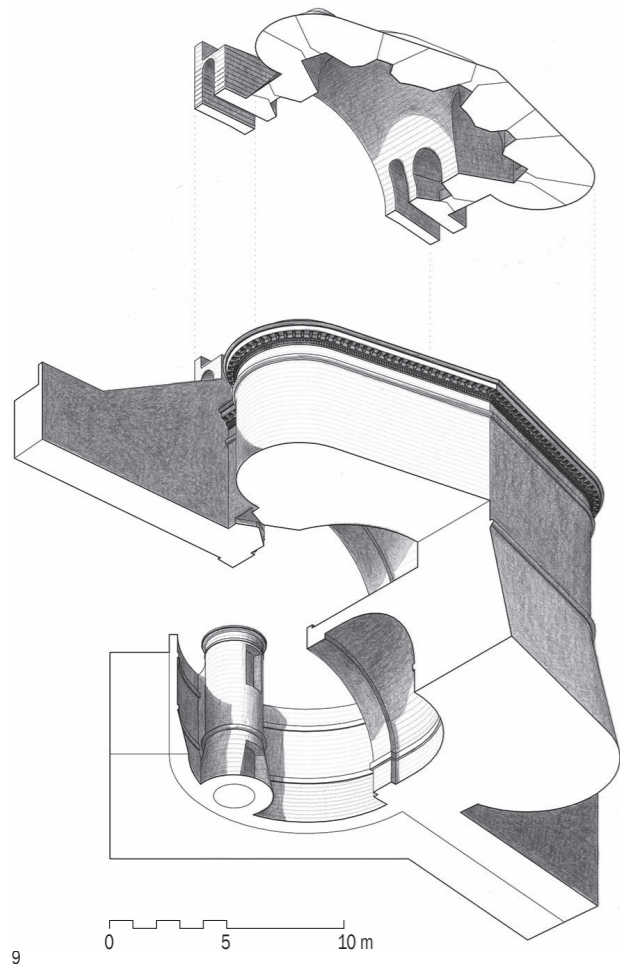
20. FAGLIARI, Fabiano Tiziano; BUCHICCHIO, Zeni. La Rocca del Bramante a Civitavecchia: il cantiere e le maestranze da Giulio II a Paolo III. En: *Römische Jahrbuch für Kunstgeschichte*, 1988, n.º 23/24, pp. 273-383.

21. PEPPER, Simon; ADAMS, Nicholas. *Military Architecture and Siege Warfare in Sixteenth-Century Siena*. Chicago: The University of Chicago Press, 1986. pp. 32-49.

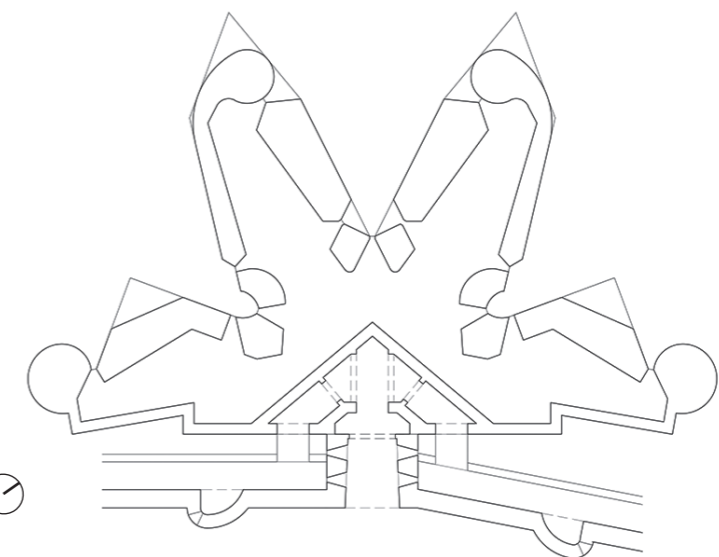
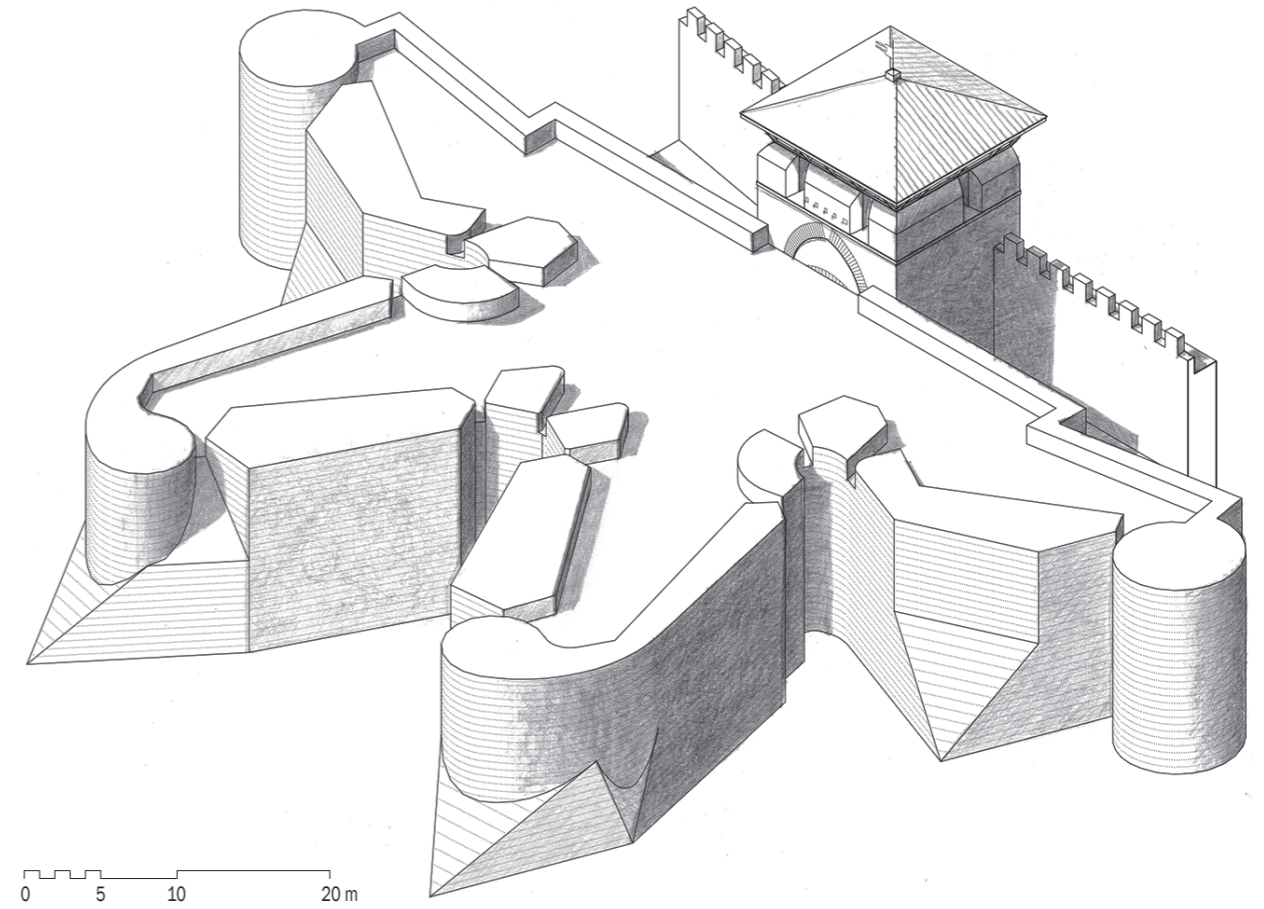
22. Por ejemplo, las formas apuntadas de las fortificaciones construidas por Michelangelo en Florencia durante el asedio de 1527 impresionarán a otros artistas, que utilizarán formas análogas para enfatizar los fondos de sus pinturas, como el caso de Rosso Fiorentino o Pontormo.

23. ALBERTI, Leon Battista. *L'Arte di Costruire*. Turín: Bollati Boringhieri, 2010, p. 168.

24. MUSSOLINI, Mauro. *Michelangelo architetto militare: progettazione e strategia comunicativa nei disegni di fortificazione per Firenze*. En: Alessandro CECCHI. *Michelangelo e l'Assedio di Firenze*. Firenze: Edizioni Polistampa, 2017, pp. 47-54.



9. Axonometría del bastión de la Porta Pisini de Siena de Baldassarre Peruzzi.
10. Reconstrucción volumétrica del proyecto de Michelangelo Buonarroti para el bastión de la Porta a Prato de Florencia.



Imperiale de Giuliano y Antonio da Sangallo el Viejo (1488) están formuladas las dos problemáticas que caracterizarán el futuro sistema defensivo bastionado. Por un lado, la preocupación por la expresión visual y la coherencia geométrica de cada parte del sistema defensivo –principalmente los bastiones y los lienzos– y la correspondencia geométrica entre las diferentes partes de la fortificación, que tendrá su primera formulación en el trazado geométrico de la muralla de la ciudad²⁵ (figura 11).

En sus sucesivos proyectos, el bastión tomará una tipología característica en forma de corazón, con el ángulo capital y los flancos redondeados, y su geometría comenzará a definirse en función de su posición relativa

en el conjunto del sistema defensivo²⁶. Esta idea acabará por concretarse en sus dos últimos proyectos, en la fortaleza de Livorno (1506) y en la Ciudadela Nueva de Pisa (1507)²⁷. En el caso de Pisa, los hermanos Sangallo construirán una de las estructuras defensivas más expresivas de este proceso de definición de una nueva idea de la fortificación: el desgraciadamente desaparecido *Bastione della Cisterna*²⁸ (figura 12). Situado en un emplazamiento realmente comprometido, condicionado por la cercanía del río Arno y varias estructuras defensivas de la anterior fortaleza construida por Brunelleschi, el bastión tomaba una planta asimétrica caracterizada por una sucesión de curvas y contracurvas que formaban un revestimiento de

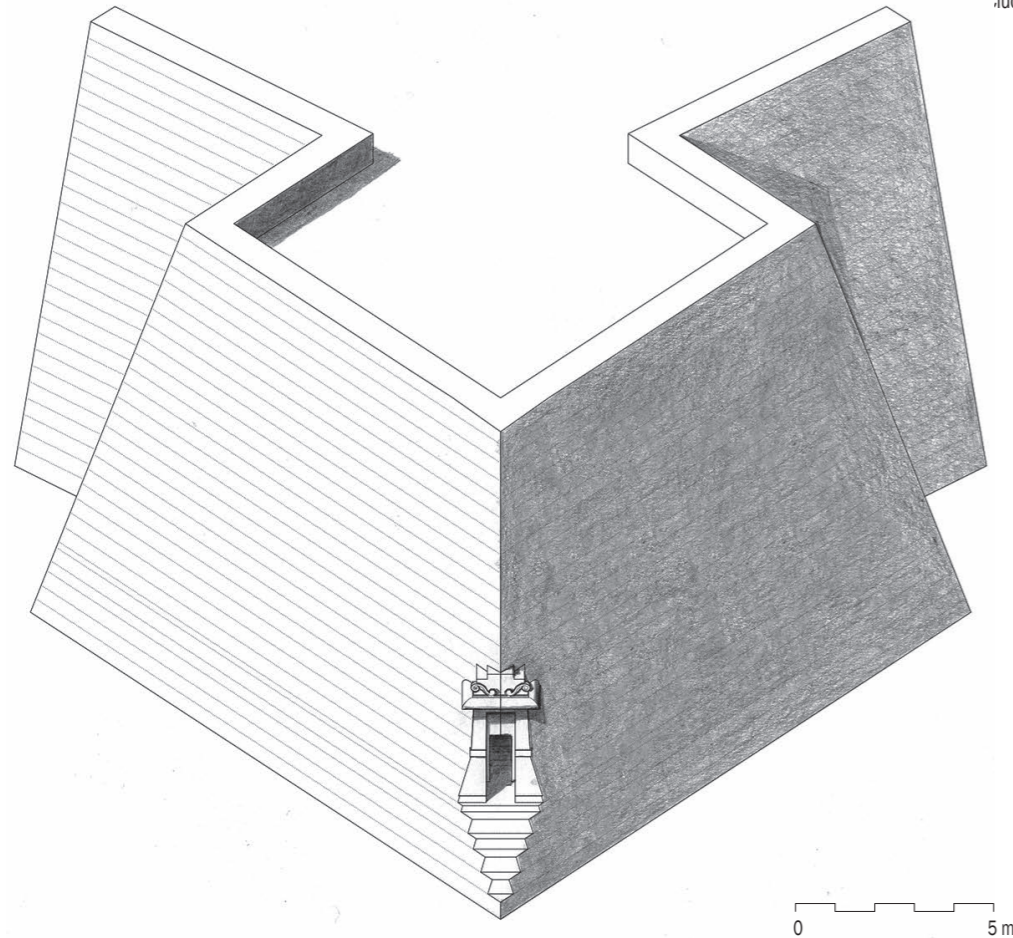
25. TADDEI, Domenico. *Giuliano e Antonio il Vecchio da Sangallo*. En: Marino VIGANÒ. *L'Architettura militare nell'età di Leonardo*. Bellinzona: Edizioni Casagrande, 2007, p. 234; 239–240.

26. *Ibidem*, p. 243.

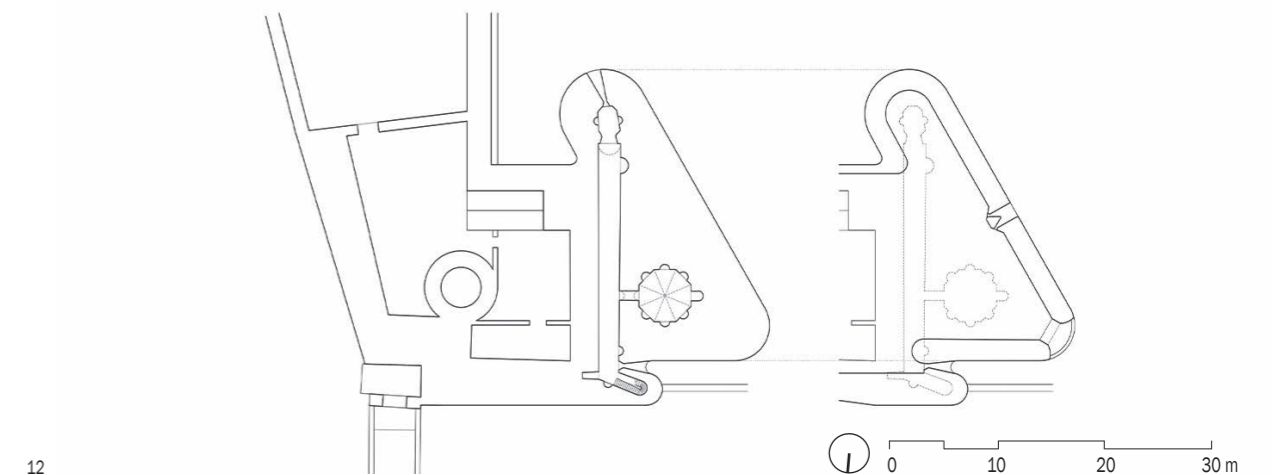
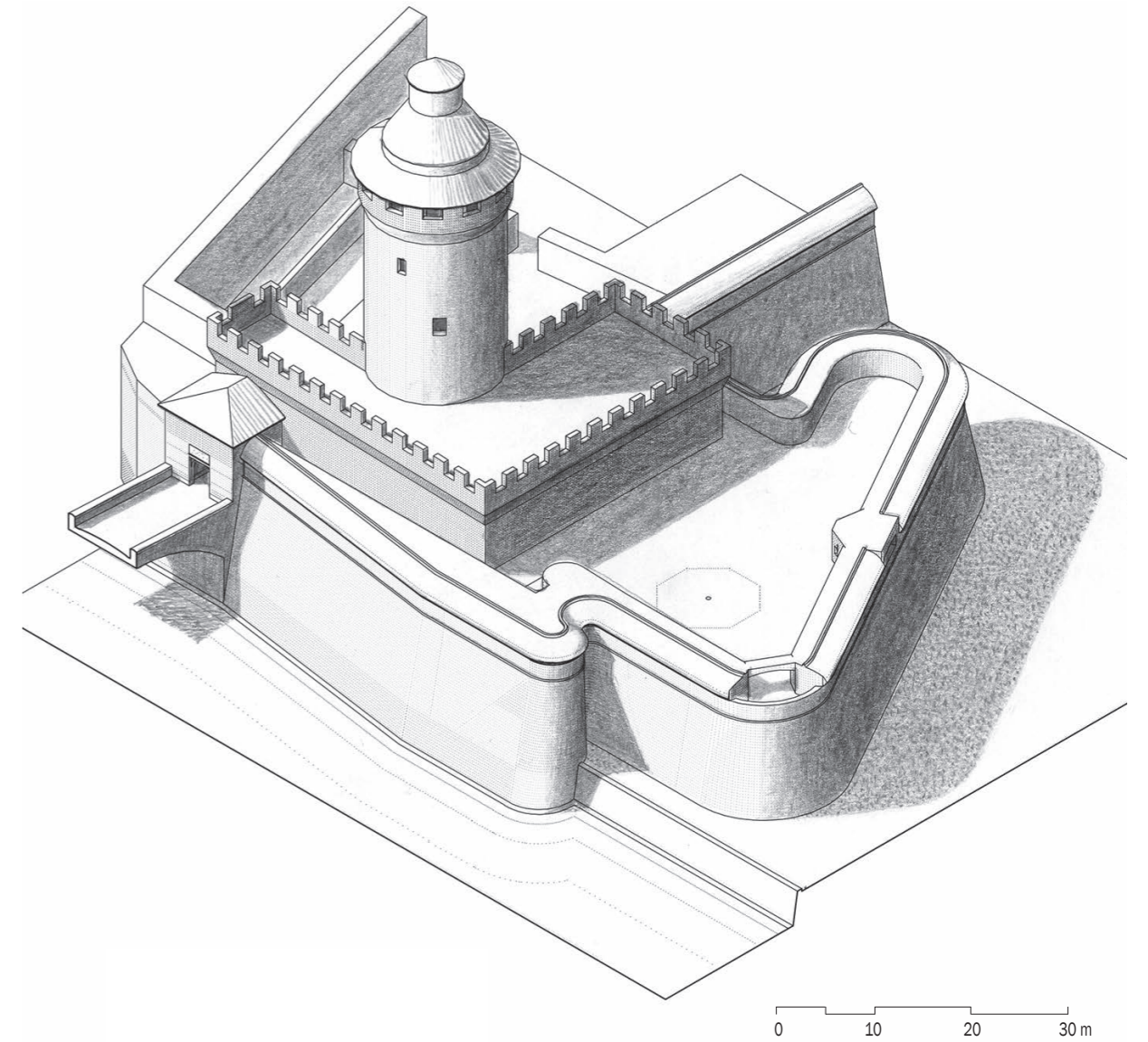
27. Sobre la Ciudadela Nueva de Pisa, ver: ANDOLFI, Dunia; PASQUALETTI, Roberto. *La Fortezza di Pisa, dal Brunelleschi al Giardino Scotto*. Firenze: Edizioni ETS, 2009.

28. La reconstrucción volumétrica del bastión ha sido posible gracias a los restos conservados y a un diseño original de Giuliano da Sangallo. SANGALLO, Giuliano da. *Taccuino Senese*. Biblioteca Comunale di Siena, ms. S.IV.8, c.3.

11. Axonometría del *Bastione di Punta* de la Fortaleza de Poggio Imperiale de Giuliano y Antonio da Sangallo el Viejo.
12. Reconstrucción volumétrica del *Bastione della Cisterna* de Giuliano y Antonio da Sangallo el Viejo en la Ciudadela Nueva de Pisa.



11



12

13. Planta de la ciudad de Palmanova en 1650.

ladrillo realmente expresionista. En el alzado paralelo al río, el muro se desdoblaba haciendo sobresalir un orejón que enfilaba el curso del río y giraba para enlazar con el lienzo principal de la ciudadela mediante un último giro que formaba un gran saliente.

Tras la muerte de los dos hermanos, su sobrino Antonio da Sangallo el Joven continuó desarrollando esta tipología y la llevó hacia una definición más sistematizada, vinculada a las ideas del trazado defensivo aprendidas del capitán Francisco María della Rovere²⁹. En este proceso de definición resultó decisiva la comitiva papal que en 1526 reunió a los principales arquitectos del momento para renovar las fortificaciones de las ciudades de la Vía Emilia. Desde Antonio el Joven hasta Michele Sanmichele o Baldassarre Peruzzi, este encuentro de varios meses permitió discutir y unificar las propuestas de las diferentes tradiciones defensivas que habían surgido en Italia, en una idea de la fortificación unificada en sus características principales³⁰.

Desde el proyecto para la *Fortezza da Basso* de Florencia (1533) la tipología triangular del bastión y la sumisión geométrica de todas las partes al conjunto de la fortaleza es clara y articulada, y esta tipología irá definiéndose en proyectos sucesivos como las fortificaciones para Roma (1537), Nepi (1538) o la *Rocca Paolina* de Perugia (1542). Las ideas y propuestas de todos los predecesores se sintetizarán en una forma de la fortificación común, regulada por reglas ofensivo-defensivas de base geométrica sencillas que facilitarán su rápida difusión, en el que la potencia de la masa construida de ladrillo y la claridad geométrica de su forma serán los principales recursos expresivos de la arquitectura defensiva³¹.

LA FORMA DENTRO DE UN SISTEMA TOTAL

De este modo, el razonamiento geométrico descubierto por Leonardo y desarrollado por tantos otros arquitectos

renacentistas durante décadas se sintetizó en un conjunto de reglas geométricas que fundaron una nueva idea de la fortificación basada en la tipología del bastión triangular y en la coherencia geométrica del conjunto³². A pesar de que son comunes las teorías funcionalistas que explican el éxito de este sistema defensivo, el principal motivo del éxito del sistema bastionado fue la excepcional sencillez del método geométrico que garantizaba la correspondencia entre su trazado, los razonamientos geométricos que la vinculaban con el funcionamiento de la artillería y la capacidad expresiva de su arquitectura.

Un nuevo sistema basado en reglas sencillas, pero que englobaban toda la complejidad funcional y expresiva del problema. Unas reglas que fundaron una nueva idea de la fortificación fundada en una concepción geométrica global del proyecto, en el que todas las partes del sistema defensivo quedaban vinculadas entre ellas mediante una lógica geométrica y de la forma común y sistematizada.

Una lógica geométrica que habría sido difícil conquistar sin la lógica de relaciones geométricas instauradas durante el Renacimiento gracias a la contribución de Brunelleschi y refundadas desde el punto de vista teórico por Alberti en el concepto de *lineamenta*. Esto es, en la idea de una estructura mental basada en relaciones geométricas que desde lo más general a lo más particular regula con precisión la totalidad de la obra³³.

Señala acertadamente Henri Focillon que “*nada es más fascinante –y en algunos casos, nada más justificada– que mostrar las formas sometidas a una lógica interna que las organiza*”³⁴. Ciertamente, las formas concebidas en este modo, como es el caso de la fortificación bastionada, surgen como una nueva realidad dotada de coherencia tanto respecto a su propia razón de ser como respecto a las leyes y condiciones a las que dan respuesta.

29. FARA, Amelio. *La Città da Guerra*. Turín: Einaudi, 1993. p. 54.

30. ZAVATTA, Giulio. *Antonio da Sangallo il Giovane in Romagna. Rilievi di fortificazioni e monumenti antichi romagnoli di Antonio da Sangallo e della sua cerchia al Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi*. Imola: Angelini Editore, 2008. pp. 13–23.

31. FIORE, Francesco Paolo; MURATORE, Giorgio; VALERIANI, Enrico, *op. cit. supra*, nota 3, p. 38.

32. HALE, J. R. *The early development of the bastion: an Italian chronology c. 1450–c. 1534*. En: J. R. HALE. *Renaissance War Studies*. Londres: The Hambledon Press, 1983, p. 1.

33. FARA, Amelio, *op. cit. supra*, nota 27, pp. 15–19.

34. FOCILLON, Henri, *op. cit. supra*, nota 11, pp. 15–16.



13

El éxito de los arquitectos renacentistas en la conquista de una nueva lógica de la forma defensiva se confirma por la amplia aceptación que tuvo el sistema defensivo bastionado en todo el continente, su utilización –sin variaciones en lo esencial– durante varios siglos y principalmente por la influencia decisiva que ejerció en la definición de una nueva idea de la ciudad, al reconvertir la “*continuidad del espacio físico en el simbolismo de sus trazados morfológicamente y gráficamente más representativos*”³⁵ (figura 13). La fundación de una nueva arquitectura defensiva contribuyó de un modo decisivo a la gestación de una organización territorial y urbana nueva, estableciéndose como el nuevo referente simbólico de los profundos cambios acaecidos tanto en lo político como en lo social.

A pesar de este éxito, el que fue el principal logro de los arquitectos, es decir, el concebir un sistema defensivo sencillo y sistematizado que conciliaba las funciones de la guerra con toda la complejidad expresiva y simbólica de la fortificación, fue también el principal motivo de su expulsión de este ámbito militar³⁶. Cada vez que la fortificación se definía de acuerdo con reglas más claras y sistematizadas, la necesidad de experimentar con la forma dio paso a una sumisión absoluta a las reglas geométricas que la definían³⁷.

De este modo, el ámbito de la fortificación pasó de ser un estímulo en el pensamiento de los arquitectos a convertirse en un método geométrico con reglas y preceptos que aplicar sistemáticamente. Desde aquel momento, personalidades más pragmáticas como los militares pudieron aplicar este sistema sin preocuparse por toda la variedad y profundidad de las reflexiones que la habían generado.

LAS ENSEÑANZAS DEL PROCESO DE REINVENCIÓN DE LA FORMA DEFENSIVA

Es importante reafirmar que bajo el pragmatismo y la funcionalidad a las que se ha asociado tradicionalmente la

fortificación, subyacen reflexiones que trascienden sus necesidades estrictamente militares y que vinculan su arquitectura con los valores colectivos de la sociedad y la época en la que fue concebida.

El proceso de reinención de la fortificación durante el Renacimiento italiano nos permite comprobar la importancia que tienen los valores menos tangibles de la arquitectura a la hora de articular las múltiples exigencias del proyecto. Incluso en un momento tan dramático y apremiante como el caso estudiado, donde las herramientas propias del arquitecto –el dibujo, la geometría, la forma– se postulan como el mejor medio por el que abordar y dar una solución inclusiva y concreta a una realidad tan compleja como la fortificación, con una innegable función defensiva, pero con implicaciones mucho más amplias que atañen tanto a la organización territorial y urbana de las ciudades como a los aspectos políticos y sociales de la identidad colectiva.

Una fortificación fruto de un oficio del arquitecto ejercido dando espacio a una reflexión pausada y amplia del problema, cuyo proceso de gestación contiene enseñanzas todavía válidas para el proceso de ideación de cualquier arquitectura y cuyos ecos pueden rastrearse

35. MURATORE, Giorgio. *La città rinascimentale. Tipi e modelli attraverso i trattati*. Milán: Gabriele Mazzotta editore, 1975, p. 32.

36. Alguno de los ejemplos más manifiestos de esta pérdida de influencia de los arquitectos en el ámbito de la fortificación pueden verse en los casos de Giuliano da Sangallo y Michele Sanmicheli. ANDOLFI, Dunia; PASQUALETTI, Roberto, *op. cit. supra*, nota 25, pp. 42–43; DAVIES, Paul; HEMSOLL, David. *Michele Sanmicheli*. Milán: Electa, 2004, p. 47.

37. Esta percepción ya se dio desde los inicios mismos del sistema bastionado, tal como lo señala el mismo Vincenzo Danti en su tratado al decir que la arquitectura militar “*sometida bajo tantas reglas, órdenes y medidas se ha visto disminuida, ya que ellas hacen facilísima su ejecución*”. DANTI, Vincenzo. *Trattato delle perfette proporzioni*. Firenze: [s.e.], 1567, p. 29.

incluso en edificios de algunos conocidos arquitectos del Movimiento Moderno influenciados, probablemente, por una cercanía entre sus postulados funcionalistas y la sugestiva expresión formal derivada de los requisitos funcionales de la arquitectura defensiva del primer Renacimiento.³⁸ Como ejemplos significativos, la Fábrica de Gas de Peter Behrens (1911) o el Depósito de Gas de Otto Bartning, en Zeipau (1923), ambos extraordinariamente análogos en la lógica expresiva de sus formas a las *rocche* de Sassocorvaro y Mondavio, respectivamente. Incluso los proyectos para rascacielos en la Friedrichstrasse de Berlín de Mies van der Rohe (1921), en los que pueden establecerse claras analogías con los problemas formales y geométricos de los diseños para bastiones de Michelangelo, justamente redescubiertos y publicados en Alemania pocos años antes³⁹.

La importancia de una reflexión apoyada en la geometría y la forma como medio por el que armonizar las exigencias del proyecto con los propios pensamientos y darles una estructura concreta recorre toda la experiencia histórica de la arquitectura y tiene probablemente en este momento fundacional de la fortificación uno de sus

exponentes más claros y sugestivos⁴⁰. Un *pensamiento geométrico* que permite armonizar las necesidades que dan origen a una arquitectura con los objetivos y los deseos de los que necesariamente deben darle una estructura concreta. Entre estas necesidades externas y la forma pensada por el arquitecto se sitúa una belleza mediadora que nos muestra el correcto equilibrio entre el aspecto exterior de las cosas y su propia vida interna. Una belleza que pertenece al ámbito de lo emocional, cierto, pero que es entendida como una cualidad estructural y necesaria para la coherencia interna y externa de los objetos⁴¹.

La visión transversal de la arquitectura, consciente de las exigencias prácticas del oficio, pero vinculadas a un universo más amplio de valores, fue esencial para definir la nueva lógica de la fortificación moderna. Una fortificación concebida en un contexto realmente dramático, marcado por una fuerte urgencia, pero en armonía con las necesidades sociales y culturales de su tiempo, guiada por inquietudes y objetivos más amplios, para nada coartados por un sentido de la utilidad reducido a lo práctico y que, como cualquier otra arquitectura, no puede ser reducida a un problema estrechamente funcional o técnico.■

Bibliografía citada

- ALBERTI, Leon Battista. *L'Arte di Costruire*. Turín: Bollati Boringhieri, 2010.
- ANDOLFI, Dunia; PASQUALETTI, Roberto. *La Fortezza di Pisa, dal Brunelleschi al Giardino Scotto*. Firenze: Edizioni ETS, 2009.
- BERENSON, Bernard. *The Florentine painters of the Renaissance*. Nueva York-Londres: G. P. Putnam's Sons, The Knickerbock Press, 1896.
- BORGO, Francesca. The impetus of battle: visualizing antagonism in Leonardo. En: Frank FEHRENBACH. *Leonardo da Vinci: Natur im Übergang: Beiträge zu Wissenschaft, Kunst und Technik*. Múnich: W. Fink, 2002.
- CASSIRER, Ernst. *Individuo e cosmo nella filosofia del Rinascimento*. Firenze: Nuova Italia editrice, 1977.

38. GARGANO, Maurizio. Francesco di Giorgio Martini: una grande mostra. En: *Domus*, 1993, n.º 750, pp. 77.

39. El primer estudio importante sobre estos diseños de fortificaciones lo publicó Henry Thode en Alemania entre los años 1908 y 1913. MUSSOLIN, Mauro, *op. cit. supra*, nota 24, p. 57.

40. CASSIRER, Ernst. *Individuo e cosmo nella filosofia del Rinascimento*. Firenze: Nuova Italia editrice, 1977, pp. 92-97.

41. PEDRETTI, Carlo. Il concetto di bellezza e utilità in Sant'Agostino e Leonardo. En: *Achademia Leonardi Vinci. Journal of Leonardo Studies & Bibliography of Vinciana*. Firenze: Giunti Publishing Group, 1992, Vol. V, pp. 107-109.

- CASTELLI, Patricia. *La estética del Renacimiento*. Madrid: Machado Libros, 2011.
- DA VINCI, Leonardo. Bibliothèque de l'Institut de France, Ms. A.
- DANTI, Vincenzo. *Trattato delle perfette proporzioni*. Firenze: [s.e.], 1567. Disponible en: <https://archive.org/details/ilprimolibrodel00dant/page/n8>
- DAVIES, Paul; HEMSOLL, David. *Michele Sanmicheli*. Milán: Electa, 2004.
- DI GIORGIO MARTINI, Francesco. *Trattati di Architettura Ingegneria e Arte Militare*. Milán: Edizioni Il Polifilo, 1967.
- DÍEZ ORONÓZ, Aritz. *Una bella sfida formale tra Quattro e Cinquecento: la nascita di una nuova forma architettonica della fortificazione nei grandi architetti del Rinascimento italiano*. Directores: Alberto Ustarroz Calatayud y Andrés Caballero Lobera. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, Departamento de Arquitectura, 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10810/35086>
- FAGLIARI, Fabiano Tiziano; BUCHICCHIO, Zeni. *La Rocca del Bramante a Civitavecchia: il cantiere e le maestranze da Giulio II a Paolo III*. En: *Römische Jahrbuch für Kunstgeschichte*, n.º 23/24, 1988.
- FARA, Amelio. *La Città da Guerra*. Turín: Einaudi, 1993.
- FILARETE. *Trattato di Architettura*. Biblioteca Nazionale di Firenze, Manoscritto II.I.140. Disponible en: https://www.bncf.firenze.sbn.it/oldWeb/Bib_digitale/Manoscritti/II.141/main.htm
- FIORÉ, Francesco Paolo; MURATORE, Giorgio; VALERIANI, Enrico. *I castelli: Architettura e difesa del territorio tra Medioevo e Rinascimento*. Novara: Istituto Geográfico de Agostini, 1978.
- FIORÉ, Francesco Paolo; TAFURI, Manfredo. *Francesco di Giorgio architetto*. Milán: Electa, 1993.
- FOCILLON, Henri. *Vita delle forme seguito da Elogio della mano*. Turín: Giulio Einaudi Editore, 2002.
- GARGANO, Maurizio. Francesco di Giorgio Martini: una grande mostra. En: *Domus*, 1993, n.º 750, pp. 76-82.
- HALE, J. R. *La Europa del Renacimiento, 1480-1520*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores, 1993.
- HALE, J. R. *Renaissance War Studies*. Londres: The Hambledon Press, 1983.
- MAGGI, Girolamo. *Della fortificazione delle città... libri III*. Venecia, [s.e.], 1583. Disponible en: <https://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/13025780>
- MURATORE, Giorgio. *La città rinascimentale. Tipi e modelli attraverso i trattati*. Milán: Gabriele Mazzotta editore, 1975.
- MUSSOLIN, Mauro. *Michelangelo architetto militare: progettazione e strategia comunicativa nei disegni di fortificazione per Firenze*. En: CECCHI, Alessandro. *Michelangelo e l'Assedio di Firenze*. Firenze: Edizioni Polistampa, 2017, pp. 45-59.
- PALLADIO, Andrea. *I Quattro Libri dell'Architettura di Andrea Palladio*. Trento: Ulrico Hoepli Editore [facsimil], 2014.
- PANOFSKY, Erwin. *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona: Fábula Tusquets Editores, 2016.
- PEDRETTI, Carlo. Il concetto di bellezza e utilità in Sant'Agostino e Leonardo. En: *Achademia Leonardi Vinci. Journal of Leonardo Studies & Bibliography of Vinciana*. Firenze: Giunti Publishing Group, 1992, Vol. V, pp. 107-111.
- PEPER, Simon; ADAMS, Nicholas. *Military Architecture and Siege Warfare in Sixteenth-Century Siena*. Chicago: The University of Chicago Press, 1986.
- PORTOGHESI, Paolo. *El ángel de la historia. Teoría y lenguajes de la arquitectura*. Madrid: Hermann Blume, 1985.
- QUIGNARD, Pascal. *La imagen que hoy nos falta*. Madrid: Cuatro ediciones, 2016.
- SANGALLO, Giuliano da. *Taccuino Senese*. Biblioteca Comunale di Siena, ms. S.IV.8
- SPENGLER, Oswald. *El hombre y la técnica y otros ensayos*. Madrid: Espasa-Calpe, 1976.
- VIGANÒ, Marino. *L'Architettura militare nell'età di Leonardo*. Bellinzona: Edizioni Casagrande, 2007.
- VOLPE, Gianni. *Rocche e fortificazioni del Ducato di Urbino (1444-1502): l'esperienza martiniana e l'architettura militare de "transizione"*. Urbino: Comitato per le Celebrazioni Fredericane, Regione Marche, 1982.
- ZAVATTA, Giulio. *Antonio da Sangallo il Giovane in Romagna. Rilievi di fortificazioni e monumenti antichi romagnoli di Antonio da Sangallo e della sua cerchia al Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi*. Imola: Angelini Editore, 2008.

Aritz Díez Oronoz (Hondarribia, 1988) es Doctor Arquitecto y Profesor de Proyectos en la E.T.S. de Arquitectura de la UPV/EHU.

LA LÓGICA ARQUITECTÓNICA DE LA FORTIFICACIÓN ITALIANA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA GEOMETRÍA Y LA FORMA

THE ARCHITECTURAL LOGIC OF ITALIAN FORTIFICATION: A GEOMETRIC AND FORM-BASED APPROACH

Aritz Díez Oronoz (<https://orcid.org/0000-0002-1805-4141>)

p.119 ARCHITECTURE AND WARFARE IN THE ITALIAN RENAISSANCE

The origins of modern fortification intermingle with one of the most intense and fruitful periods in the history of European art and architecture: the Italian Renaissance. Whilst cultural renewal "*broadened the horizons of the Middle Ages*", the new approach to warfare had a decisive impact on Renaissance Italy¹.

The irruption of firearms in the second half of the *Quattrocento* completely transformed the foundations of warfare, annulling the defensive capacity of old medieval fortifications and compelling rapid renewal of defensive architecture. The threat of war and constant climate of insecurity arising from this imbalance turned warfare into a structural factor that transcended all spheres, which also decisively marked the concerns of Italian Renaissance architects².

The need to rethink *ex novo* a new defensive system capable of dealing with artillery power became one of the main challenges of the Renaissance. Beyond the importance of the technical and functional challenge posed by artillery, the question of fortification involved other important issues that transcended purely technical or pragmatic needs³. A new language had to be found that could replace, at least in an equally effective way, the entire complex repertoire of forms that was part of the image and expression of medieval fortifications. In other words, a substitute had to be found for the image of the medieval wall, which was the true guarantor of defense and citizen identity in the collective imagery.

As can be imagined, this led to a far more complex problem than a purely military one; one which, unfortunately, **p.120** has been overlooked by most studies on this subject. It was a problem that was difficult to tackle using purely functional solutions, and required gradual development, broad reflection and a spirit capable of linking these new solutions to the cultural features of Renaissance society. In short, an approach requiring the broadest perspective of architecture, as understood and practiced in Italy during that period: as a cross-disciplinary trade, closely linked to the other arts and essential in order to rethink defensive architecture in its full complexity⁴.

THE IMPORTANCE OF UNBUILT IDEAS AND PROJECTS

It should be noted that this cross-cutting, broader vision of fortification is rare in studies on this subject. This is due to the fact that the military character that poliorcetics took on after the Renaissance prevailed and the fact that the importance placed on the bastioned system, which emerged precisely from this reinvention process, eclipsed all other previous proposals deemed necessary to gestate new defensive architecture. It is important to be aware that no human creation stems from the idea of the object it will eventually become, but rather from thinking about a need that knows nothing of the material destiny it will end in⁵. Moreover, in the case of fortification, this process of reinventing new defensive architecture was marked by the emergence of multiple proposals which make up an interesting catalog of projects where lessons on geometry and design can be traced that continue to be valid for all processes involving architectural gestation.

Hence, the retrieval and study of all these initial thoughts and projects -the different previous architectural approaches put forward to deal with artillery and study of the logical-architectural method used by Italian Renaissance architects to rise to the challenge of reinventing a new idea of fortification- are instrumental in understanding the foundations on which bastioned fortification originated, and thus be able to transfer these to a contemporary reading of the architect's trade.

It was therefore necessary to address this issue from new disciplines and perspectives which, in this case, paid special attention to the graphic and written testimonies of all the proposals and projects that were never built but made decisive contributions to promoting a new idea of defensive architecture.

The original designs by the foremost Renaissance architects not only help us identify the definition of a specific project, but also the trace of the idea running through the very project in the process of being defined⁶. Their writings and treatises reveal opinions and reasoning that often conceal fundamental principles in order to understand the logic of their proposals. The paintings of the time often depict a conception of form similar to that of fortification, which can be expressed in a far more elementary and clear-cut way than in projects that have been built. Moreover, drawings and travel logs attest to defensive constructions built in this limited period of time which unfortunately disappeared or were rapidly replaced by other, more modern fortifications (figure 1).

This is a search requiring a multi-faceted approach, an investigation into the design process of specific architectures, made possible by research carried out during several trips to Italy and, in particular, during a longer stay in Florence resulting in numerous collaborations with the Gabinetto dei Disegni degli Uffizi, Casa Buonarroti, the Kunsthistorisches Institut in Florenz and the Biblioteca Nazionale di Firenze.

p.121 THE GEOMETRIC LOGIC OF ARTILLERY AND LOGIC OF DEFENSIVE FORM

The essence of this challenge was none other than to attempt to understand -in its deepest sense- the connatural laws of artillery so as to interpret their nature and translate this into a new logic of defensive architecture. In other words, it was

a matter of translating the chaotic reality of artillery -the roar of the blast, the speed and force of the projectile's impact, which this innovation, in the first instance, so greatly stunned its contemporaries- into clear and simple laws in order to understand its essence and provide a novel response to fortification from both a functional and expressive perspective⁷.

The paths that the development of modern fortification followed were conditioned by the methods whereby its contemporaries overcame the initial shock and assimilated the functioning of cannon through a panoramic approach, which was linked at all times to the cross-cutting nature of the architect's trade⁸. It is true that theories on the motion of bodies inherited from the Middle Ages provided a theoretical basis to explain projectile motion⁹. However, in reality, the most significant innovation emerged from the application of geometric logic derived from the newly invented linear perspective as a tool to guide reflections and ideas on fortification using a mental framework based on the graphic methods used by architects.

THE GEOMETRIC METHOD OF LINEAR PERSPECTIVE AND ITS APPLICATION IN DEFENSIVE ARCHITECTURE

In this sense, it is important to point out that linear perspective, the cornerstone marking the renewal of the arts in the Renaissance, did not only revolutionize the way of understanding and representing space. In its most practical aspect, this new idea of space and the world managed to assimilate visual experiences in the form of systematized geometric laws, and even served as a basis "*for the construction of a solidly founded empirical world*", which was essential for the development of military architecture¹⁰. The greatest success of Renaissance linear perspective was to reduce the complexity of the visual experience to simple and systematized geometric laws: whilst, at the same time, space represented in the Renaissance was postulated as a systematized space, reality became a systematizable reality by means of analogous geometric laws¹¹.

Thus, the experience of cannon firing could be synthesized in a way similar to eyesight by using a geometric logic that was able to synthesize the complexity of the actual experience of artillery into a simple and manageable idea based on geometry; that is, based on a method associated with the tools of the architect's trade (figure 2).

The result of this process is exceptionally depicted in one of Leonardo da Vinci's *Codex Atlanticus* designs. The drawing shows the plan of a zigzagging wall with arrowslits from which emerges a kind of bouquet of radial lines filling the top of the sheet. In one of his writings on light, Leonardo reflects that "*the air is full of infinite radiating straight lines that intersect and cross but never mingle together*" and that these luminous rays "*in themselves, include, in each minutest part, the whole form of the body causing them*"¹². Precisely in this drawing, these lines of light filling the air transfer their logic from the realm of the eye to that of poliorcetics, thereby becoming the representation of the trajectory of the cannonballs, also depicted by Leonardo as small circles at the top of the sheet (figure 3).

Correspondence between the phenomenon studied and its graphic synthesis is immediate: the projectile's motion equates to that of the artist's quill on paper, synthesizing the full complexity of the moment in a graphic synthesis as elementary and brilliant as a simple straight line. An analogous process whereby the method of linear perspective came to synthesize the complexity of the eye, which was instrumental in turning design into the tool par excellence for analyzing and studying such a chaotic reality, *a priori*, as warfare.

The correspondence between the functioning of artillery and graphic synthesis is so natural and effective that, from our point of view, it may indeed seem naive or even too simple. However, it is important to emphasize that, in order to achieve this geometric synthesis, a lengthy collective process of reflection was needed, as was the support of a mental construct as deep and complex as linear perspective and, above all, a global approach to the problem that could only be undertaken within the field of architecture.

The transformation of fortifications came about as a result of this change in the *forma mentis* of architects, which paved the way for a new logic of fortification, freeing it from its medieval heritage and linking it to its own formal universe yet to be discovered¹³. Hence, the use of design and geometry became the principal tool for understanding **p.123** the laws of artillery and the predominant method for guiding architects' reflections. The problem of fortification was thus transformed into an eminently geometric problem thought out in terms of form, and became a breeding ground for geometric reflection and experimentation that propelled architectural imagery towards results never before seen¹⁴.

"RESISTANT FORM"

As Francesco Paolo Fiore stated; modification of the geometric and formal logic of fortifications forced a shift from the idea of "resistance based on solidness of materials to resistance based on form", that is, to the idea of opposing passive geometries that resisted active bombard fire on account of their geometric conception¹⁵. This geometric logic gave rise, in initial proposals, to two fundamental lines of reasoning from the point of view of their geometric response: the opposition of rounded shapes with a passive aspect based on the geometry of the circle to the straight trajectory of the projectile, and the opposition of angular shapes with an active aspect deriving from the acute angle to this same trajectory - the straight line of the shot.

Two archetypal proposals by Francesco di Giorgio Martini

p.124 The fortresses of Sassocorvaro (1479) and Mondavio (1480) are two clear, early models of the use of these two variants in the new logic of form-based resistance. Conceived and built by Francesco practically at the same time, each adopts one of the two strategies of formal response described above as its principle, evidencing the connatural expressive possibilities of these two types of geometric orders of defensive form.

In the case of the *Rocca* of Sassocorvaro, circular geometries and curved surfaces dominate the outer image¹⁶ (figures 4 and 5). The rectangular courtyard, hidden inside the fortress, is clad at the front facing the city by a large cylinder whose rounded surface extends to the sides, concealing much of the fortress. On the opposite front, where the enveloping cylinder intersects with that of the courtyard, two smaller round towers, located at either end, guard a third salient, also curved, which faces the nearby hillside. As can be seen in the accompanying pictures, the large rounded surfaces converge around the same idea of the circle underlying the entire project. As Filarete stated, the round base that it forms means that the eye “encompasses it at a glance”, avoiding all visual obstacles that favor the continuity and unity of its overall form¹⁷. To paraphrase Andrea Palladio, the use of the circle “means that neither a beginning nor end can be found” and thus all parts of its form ultimately “share the whole figure”¹⁸.

p.125 The marked horizontal lines of the gray stone cordons define the five brickwork elevation levels -a sloping lower masonry scarp, a straight middle section and two upper friezes, one of which protrudes-, which enhance the roundness of its cylindrical shape. Through this insistence on the circle, the fortress takes on an air of solidness and sturdiness that was absent in earlier fortifications, and is taken to its ultimate consequences: the traditional merlon crownwork is replaced by two continuous brickwork cordons with windows and arrowslits marking the rhythm of the curve, medieval *beccatelli* (brackets) form a continuous bending surface and the smaller towers attached to the fortress, especially the turret guarding the main cylinder axis, maintain the geometric logic of the circle and reinforce the idea of horizontal lines binding the whole together. The fortress' architecture is not only effective at deflecting the projectile, causing it to ricochet, but also exhibits such a condition through the roundness of its form.

p.126 The solution with regard to the *Rocca* of Mondavio is quite different¹⁹. While, in the case of Sassocorvaro, we are shown curved continuity, the marked patches of sunlight and shadows cast by the angular volume of Mondavio shows us fractured planes (figures 6 and 7). The unitary mass of the fortress is made up of numerous salients and re-entrants, with broken planes and sharp arris which, rather than drawing our gaze towards the sides, fragment it towards the multiple directions marked by its different angles. Here, references to the horizontal grow more subtle, a barely discernible circular cordon in the fortress brickwork marks where the sloping scarp and vertical wall join, enhancing the continuity of the planes, thus accentuating the object's compactness. As can be seen in the pictures, the expression of formal solidness in the *Rocca* of Mondavio is not achieved by reducing its entire volume to a formal idea that is as essential as possible, as in Sassocorvaro with the circle, but rather by applying a systematic fragmentation of the surfaces that presents the assailant with multiple orientations, while maintaining the unity of the material as a means of preserving continuity on each of its fronts.

p.127 The steep bases become vertical walls with barely any discontinuities, the walls fold into an endless zigzagging surface and the entire fortress takes on the appearance of having been sculpted from a single block. Compared to its circular counterpart, this *Rocca*, sculpted according to the law of inclined planes, takes on a more aggressive appearance due to its salient vertices and sharp arris. So, while the use of circular geometries became a passive response, in these latter geometries modeled by straight lines, the response acquired a more active appearance that was instrumental in evolving the definition of a functional and, at the same time, expressive logic of defensive form. Perhaps for this reason, due to the fortress' more aggressive appearance, Francesco retained, in this case, the merlon crownwork on slender, pointed *beccatelli* in the medieval tradition, which help accentuate the warlike appearance of the main tower.

It is important to specify that both currents -curved and angular shapes- coexisted and formed part of the same process of experimentation with form. Although this classification is suggestive in terms of its typological classification, both of these geometric choices were indissociable from one another and were applied indistinctly to military work by a single architect over a period of several decades. These two families complemented each other in many of the proposals, showing that these two currents did not emerge as mutually antagonistic responses, rather as two distinct options within a shared understanding of the response of fortifications to artillery.

p.129 For example, in the case of the Civitavecchia fortress in Bramante (1508), the formal logic of the cylindrical towers is expressed using a language that is truly analogous to that used by Francesco di Giorgio in Sassocorvaro²⁰ (figure 8). The moldings at the base, double cordon encircling the elevation's middle section and prominent crownwork cornice, accentuated by suggestive parapet bands and superimposed embrasures, stress the formal idea underlying the project.

In the case of the bastion of Porta dei Pispini by Baldassarre Peruzzi (1727), the cylindrical shape of the flanks and interior spaces combine with a front where the sharp, straight vertex of the defensive structure's central angle dominates, with its crownwork defined by a cornice that unifies the work's composition of volumes²¹ (figure 9).

CONSTRUCTION LINES

With regard to fortifications obeying the logic of salient angles, the ravelin was the main protagonist and initiator of the process that ultimately defined the new bastioned defensive system. Thanks to these triangular-shaped structures, two features took center stage that were instrumental in the geometric development of defensive architecture: the threatening and active aspect inherent in angular forms and the evolution they encouraged in mastering geometric

reasoning in relation to artillery, which would change from the logic of opposing geometries to an idea where the straight line deriving from the shot would play an active and decisive role in defining the defensive form of these pointed features.

The shot's path in a straight line would now acquire an active value when defining defensive form; defining the angles, orientations, dimensions, etc., of each of the fortification's elements, evolving from being used according to each individual architect's personal and particular interpretation to being defined using a systematized and regulated method that would ultimately define the relationships and correspondences between each and every part of the fortification.

From an expressive point of view, exalting the vertex of fortifications would become the main resource of military architecture, and would have a major influence on even the formal imagery of contemporary artists, who would use this type of aggressive geometry to dynamize the backgrounds of their paintings²². The need to show the “threatening, sturdy, arrogant, solid and impregnable aspect” that Leon Battista Alberti himself attributes to fortification²³, would become one of the main goals of the proposals put forward, as can be seen, for example, in the proposals made by Michelangelo Buonarroti for the fortifications in Florence, based on the dynamic and aggressive appearance of triangular figures²⁴ (figure 10).

From the ravelin to the bastion typology in Sangallo's work

This path leading to the definition and systematization of fortification is clearly traceable in works by two generations of architects from the Sangallo family, and also features other renowned architects such as Baldassarre Peruzzi, Michelangelo or Michele Sanmicheli. As from the project for the Poggio Imperiale fortress by Giuliano and Antonio da Sangallo the Elder (1488), the two issues that were to mark future bastioned defensive systems had been formulated. On the one hand, attention to the visual expression and geometric coherence of all parts of the defensive system -chiefly the bastions and walls- and geometric correspondence between the fortification's different parts, which would be first formulated in the geometric layout of the city wall²⁵ (figure 11).

In their successive projects, the bastion would take on a characteristic heart-shaped typology, with a rounded angle capital and flanks, whose geometry would come to be defined according to its relative position in the overall defensive system²⁶. This idea would eventually materialize in their last two projects, at the fortress of Livorno (1506) and the *Cittadella Nuova* of Pisa (1507)²⁷. At Pisa, the Sangallo brothers built one of the most expressive defensive structures in this process of defining a new idea of fortification: the *Bastione della Cisterna*²⁸ (figure 12), which sadly no longer exists. Situated in a highly compromised location, conditioned by the proximity of the River Arno and several defensive structures dating back to the former fortress built by Brunelleschi, the bastion adopted an asymmetrical ground plan featuring a succession of curves and counter-curves, forming a truly expressionist brick cladding. On the elevation running alongside the river, the wall unfolded, projecting an orillon which channeled the course of the river and turned to link up with the main citadel wall in a final turn, forming a large salient.

Following the death of the two brothers, their nephew Antonio da Sangallo the Younger continued to develop this typology and steered it toward a more systematized definition, related to ideas on defensive layout learned from Captain Francisco Maria della Rovere²⁹. The papal retinue was decisive in this process of definition, which, in 1526, assembled the foremost architects of the time to renew fortifications in the cities along the Via Aemilia. Ranging from Antonio the Younger to Michele Sanmicheli or Baldassarre Peruzzi, this encounter, lasting several months, enabled them to discuss and unify proposals from the different defensive traditions that had emerged throughout Italy, forming a unified idea of fortification with regard to its main features³⁰.

As from the project for the *Fortezza da Basso* in Florence (1533), the triangular typology of the bastion and geometric submission of all parts to the fortress as a whole was clear and articulated, and this typology would be gradually defined in successive projects such as the fortifications for Rome (1537), Nepi (1538) or the *Rocca Paolina* in Perugia (1542). All the predecessors' ideas and proposals were synthesized into a common type of fortification, regulated by simple geometrically based offensive-defensive rules that would facilitate rapid circulation, where the power of built brick mass and geometric clarity of form would be the primary expressive resources of defensive architecture³¹.

FORM WITHIN A COMPLETE SYSTEM

Thus, the geometric reasoning discovered by Leonardo and developed by so many other Renaissance architects over a period of decades was synthesized into a set of geometric rules which founded a new idea of fortification based on the triangular bastion typology and geometric coherence of the whole³². Despite the fact that functionalist theories explaining the success of this defensive system are common, the main reason for the success of the bastioned system was the exceptional simplicity of its geometric method, which guaranteed correspondence between its layout, the geometric reasoning linking it to the operation of artillery and the expressive capacity of its architecture.

A new system based on simple rules, but one that encompassed the full functional and expressive complexity of the problem. These rules founded a new idea of fortification based on a global geometric conception of the project, where all parts of the defensive system were interconnected by geometric logic and shared systematized form.

A geometric logic that would have been difficult to conquer without the logic of geometric relationships established during the Renaissance thanks to Brunelleschi's contribution, and refounded from a theoretical point of view by Alberti under the concept of *lineamenta*. That is, the idea of a mental framework based on geometric relationships which, from the most general to most specific, regulates the complete work with precision³³.

Henri Focillon rightly points out that “nothing is more fascinating -and in some cases, nothing more justified- than to show forms subjected to an internal logic which organizes them”³⁴. Indeed, forms conceived in this way, as in the case of bastioned fortifications, emerge as a new reality endowed with coherence both with respect to their own *raison d'être* and to the laws and conditions to which they respond.

p.135 The success of the Renaissance architects in the conquest of a new logic for defensive form was confirmed by the widespread acceptance that the bastioned defensive system received throughout the continent, its use -essentially unchanged- over a period of several centuries, and due mainly to the decisive influence it had on defining a new idea of the city, by reconverting the “continuity of physical space into the symbolism of its most representative morphological and graphic layouts”³⁵ (figure 13). The founding of new defensive architecture made a decisive contribution to the gestation of new territorial and urban organization, establishing itself as the new symbolic reference for the profound changes that had taken place in both the political and social spheres.

Despite such success, the architects' main achievement was to conceive a simple and systematized defensive system that reconciled the functions of warfare with all the expressive and symbolic complexity of fortification, which was also the main reason for their expulsion from this military domain³⁶. Whenever fortification was defined according to clearer and more systematized rules, the need to experiment with form gave way to absolute submission to the geometric rules defining it³⁷.

Thus, the field of fortification went from being a stimulus in architects' thinking to becoming a geometric method with rules and precepts to be systematically applied. From then on, more pragmatic personalities such as the military were able to apply this system with no concern for the full variety and depth of reflection that it had aroused.

LESSONS FROM THE PROCESS OF REINVENTING DEFENSIVE FORM

It is important to reiterate that, beneath the pragmatism and functionality with which fortification has traditionally been associated, there lie reflections that transcend its strictly military needs and associate its architecture with the collective values of society and the era in which it was conceived.

The process of reinventing fortification during the Italian Renaissance reveals the importance of the least tangible values of architecture when it comes to articulating the multiple demands of a project. Even at such a dramatic and pressing time as the case studied, where the tools proper to the architect -drawing, geometry, form- are posited as the best means by which to approach and provide an inclusive and concrete solution to a reality as complex as fortification, whose function is undeniably defensive, yet with far broader implications concerning both the territorial and urban organization of cities, and political and social aspects of collective identity.

A fortification that was the result of an architect's work, offering space for calm and thorough reflection on the question, whose gestation process holds lessons that continue to be valid for the ideation process of any architecture, and whose echoes can even be traced in the buildings of some well-known architects of the Modern Movement, likely influenced by an affinity between their functionalist postulates and the suggestive formal expression deriving from the functional requirements of defensive architecture in the first Renaissance³⁸. Significant examples include Peter Behrens' AEG turbine factory (1911) or Otto Bartning's water tower in Zeispau (1923), both of which are extraordinarily similar in the expressive logic of their forms to the *Rocche* of Sassocorvaro and Mondavio, respectively. Even the projects for skyscrapers in the Friedrichstrasse in Berlin by Mies van der Rohe (1921), where clear analogies can be drawn from the formal and geometric problems of Michelangelo's designs for bastions, which had just been rediscovered and published in Germany a few years earlier³⁹.

The importance of reflection based on geometry and form as a means of harmonizing the requirements of a project with one's own thoughts and giving them a concrete structure pervades the entire historical experience of architecture and likely had, at this foundational time of fortification, one of its clearest and most suggestive exponents⁴⁰. A *geometric thought* allowing the needs to be harmonized that give rise to architecture possessing the aims and wishes of those who must necessarily lend it a specific structure. Among these external needs and form designed by the architect, there is a mediating beauty revealing the true balance between the external appearance of things and their actual internal life. A beauty belonging to the sphere of the emotional, indeed, but which is understood as a structural quality and essential for the internal and external coherence of objects⁴¹.

This cross-cutting vision of architecture, aware of the practical demands of the craft but with ties to a broader universe of values, was essential in defining the new logic of modern fortification. Fortification conceived within a truly dramatic context, marked by a strong sense of urgency but in harmony with the social and cultural needs of its time. It was guided by broader concerns and objectives, in no way constrained by a sense of utility whittled down to the practical and which, like any other architecture, cannot be confined to a strictly functional or technical issue.

1. BERENSON, Bernard. *The Florentine painters of the Renaissance*. New York-London: G.P. Putnam's Sons, The Knickerbock Press, 1896, pp. 23-24.

2. HALE, John R. *La Europa del Renacimiento, 1480-1520*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores, 1993, pp. 97-113.

3. MURATORE, Giorgio. *Insediamenti e paesaggio ambientale fisico e cultura materiale*. En: Francesco Paolo FIORE; Giorgio MURATORE; Enrico VALERIANI, *I castelli: Architettura e difesa del territorio tra Medioevo e Rinascimento*. Novara: Istituto Geográfico de Agostini, 1978, p. 48.

4. L. B. Alberti defends in the ninth book of *De Re Aedificatoria* this conception of architecture and the importance of its own methods to give a concrete form to specific needs. CASTELLI, Patricia. *La estética del Renacimiento*. Madrid: Machado Libros, 2011, p. 112. This interpretation was also noted by PORTOGHESI, Paolo. *El ángel de la historia. Teoría y lenguajes de la Arquitectura*. Madrid: Hermann Blume, 1985, p. 49.

5. SPENGLER, Oswald. *El hombre y la técnica y otros ensayos*. Madrid: Espasa-Calpe, 1976, pp. 15-16.

6. QUIGNARD, Pascal. *La imagen que hoy nos falta*. Madrid: Cuatro ediciones, 2016, pp. 48-49.

7. As a testimony of the shock caused by artillery, see: DI GIORGIO MARTINI, Francesco. *Trattati di Architettura Ingegneria e Arte Militare*. Milán: Edizioni Il Polifilo, 1967, Vol. 1, pp. 5-6; 13.

8. DÍEZ ORONÓZ, Aritz. *Una bella sfida formale tra Quattro e Cinquecento: la nascita di una nuova forma architettonica della fortificazione nei grandi architetti del Rinascimento italiano*. Directors: Alberto Ustarroz Calatayud and Andrés Caballero Lobera. PhD thesis. Universidad del País Vasco, Departamento de Arquitectura, 2019. Vol. I, pp. 61-81.

9. BORGIO, Francesca. *The impetus of battle: visualizing antagonism in Leonardo*. En: Frank FEHRENBACH. *Leonardo da Vinci: Natur im Übergang: Beiträge zu Wissenschaft, Kunst und Technik*. Múnich: W. Fink, 2002, pp. 222-223.

10. PANOFSKY, Erwin. *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona: Fábula Tusquets Editores, 2016, p. 48.

11. Henri Focillon points out the difficulty of understanding that from our current mentality, influenced by the Albertian or rational perspective, the conception of space can also transform the way in which the world is understood and perceived. FOCILLON, Henri. *Vita delle forme seguito da Elogio della mano*. Turin: Giulio Einaudi Editore, 2002, p. 28.

12. Original in Italian: “L'aria e piena d'infinita linee rette e radiose insieme intersegate e intessute senza occupazione luna dell'altra. Represantano aqualunche obieto lauera forma della lor chagione”. DA VINCI, Leonardo. Bibliothèque de l'Institut de France, Ms. A, fol. 2.

13. FIORE, Francesco Paolo. *Nuove fondazioni urbane e castellane: strutture abitative e perimetri difensivi*. In: Francesco Paolo FIORE, Giorgio MURATORE; Enrico VALERIANI, *op. cit. supra*, note 3, pp. 26-27.

14. DÍEZ ORONÓZ, Aritz, *op. cit. supra*, note 8, Vol. I, pp. 80-81.

15. FIORE, Francesco Paolo, *op. cit. supra*, note 13, pp. 26-27.

16. On the Rocca of Sassocorvaro, see: ADAMS, Nicholas. *La Rocca Ubaldesca di Sassocorvaro*. In: Francesco Paolo FIORE; Manfredo TAFURI. *Francesco di Giorgio architetto*. Milán: Electa, 1993, pp. 211-217; VOLPE, Gianni. *Rocche e fortificazioni del Ducato di Urbino (1444-1502): l'esperienza martiniana e l'architettura militare de "transione"*. Urbino: Comitato per le Celebrazioni Fredericane, Regione Marche, 1982, pp. 58-68.

17. Full quote in Italian: “Quando vedi uno arco mezzo tondo, l'occhio tuo non è impedito niente quando tu lo risguardi; così quando tu vedi uno cerchio tondo [...] subito la vista lo circonda intorno al primo sguardo, e transcorsa la vista, che non à ritengnio né ostaculo nessuno”. FILARETE. *Trattato di Architettura*. Biblioteca Nazionale di Firenze, Manoscritto II.J.140. Book VIII, p. 277.

18. Full quote in Italian: “[...] la Ritonda sia tale, perche sola tra tutte le figure è semplice, uniforme, eguale, forte, e capace [...] a quali si conviene massimamente distinguere; & havendo le sue parti simili tra di loro, e che tutte partecipano della figura del tutto [...] quest figura, perche essendo essa da un solo termine rinchiusa, nel quale non si può ne principio, ne fine trovare, ne l'uno dall'altro”. PALLADIO, Andrea. *I Quattro Libri dell'Architettura di Andrea Palladio*. Trento: Ulrico Hoepli Editore, 2014, Book IV, Ch. II, p. 6.

19. On the Rocca of Mondavio, see: ADAMS, Nicholas. *La Rocca Roveresca di Mondavio*. In: Francesco Paolo FIORE; Manfredo TAFURI, *op. cit. supra*, note 16; VOLPE, Gianni, *op. cit. supra*, note 16, pp.143-158.

20. FAGLIARI, Fabiano Tiziano; BUCHICCHIO, Zeni. *La Rocca del Bramante a Civitavecchia: il cantiere e le maestranze da Giulio II a Paolo III*. En: *Römische Jahrbuch für Kunstgeschichte*, 1988, n.º 23/24, pp. 273-383.

21. PEPER, Simon; ADAMS, Nicholas. *Military Architecture and Siege Warfare in Sixteenth-Century Siena*. Chicago: The University of Chicago Press, 1986, pp. 32-49.

22. For example, pointed forms in the fortifications built by Michelangelo in Florence during the siege of 1527 impressed other artists, who would use similar forms to highlight the backgrounds in their paintings, such as Rosso Fiorentino or Pontormo.

23. ALBERTI, Leon Battista. *L'Arte di Costruire*. Turin: Bollati Boringhieri, 2010, p. 168.

24. MUSSOLINI, Mauro. *Michelangelo architetto militare: progettazione e strategia comunicativa nei disegni di fortificazione per Firenze*. In: Alessandro CECCHI. *Michelangelo e l'Assedio di Firenze*. Firenze: Edizioni Polistampa, 2017, pp. 47-54.

25. TADDEI, Domenico. *Giuliano e Antonio il Vecchio da Sangallo*. En: Marino VIGANÒ. *L'Architettura militare nell'età di Leonardo*. Bellinzona: Edizioni Casagrande, 2007, p. 234; 239-240.

26. *Ibidem*, p. 243.

27. On the Città Nuova di Pisa, see: ANDOLFI, Dunia; PASQUALETTI, Roberto. *La Fortezza di Pisa, dai Brunelleschi al Giardino Scotto*. Firenze: Edizioni ETS, 2009.

28. The bastion's volumetric reconstruction was accomplished by using the surviving remnants and an original design by Giuliano da Sangallo. SANGALLO, Giuliano da. *Taccuino Senese*. Biblioteca Comunale di Siena, ms. S.IV.8, c.3.

29. FARA, Amelio. *La Città da Guerra*. Turin: Einaudi, 1993, p. 54.

30. ZAVATTA, Giulio. *Antonio da Sangallo il Giovane in Romagna. Rilievi di fortificazioni e monumenti antichi romagnoli di Antonio da Sangallo e della sua cerchia al Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi*. Imola: Angelini Editore, 2008, pp. 13-23.

31. FIORE, Francesco Paolo; MURATORE, Giorgio; VALERIANI, Enrico, *op. cit. supra*, note 3, p. 38.

32. HALE, J. R. *The early development of the bastion: an Italian chronology c. 1450-c. 1534*. In: J. R. HALE. *Renaissance War Studies*. London: The Hambledon Press, 1983, p. 1.

33. FARA, Amelio, *op. cit. supra*, note 27, pp. 15-19.

34. FOCILLON, Henri, *op. cit. supra*, note 11, pp. 15-16.

35. MURATORE, Giorgio. *La città rinascimentale. Tipi e modelli attraverso i trattati*. Milán: Gabriele Mazzotta editore, 1975, p. 32.

36. Some of the most striking examples of this loss of influence by architects in the field of fortification can be seen in the cases of Giuliano da Sangallo and Michele Sanmichele. ANDOLFI, Dunia; PASQUALETTI, Roberto, *op. cit. supra*, note 25, pp. 42-43; DAVIES, Paul; HEMSOLL, David. *Michele Sanmichele*. Milán: Electa, 2004, p. 47.

37. This perception was already present from the very beginnings of the bastioned system, as pointed out by Vincenzo Danti himself in his treatise, where he stated that military architecture “subjected to so many rules, orders and measures has been undermined, since they make it so easy to implement”. DANTI, Vincenzo. *Trattato delle perfette proporzioni*. Firenze: [s.e.], 1567, p. 29.

38. GARGANO, Maurizio. *Francesco di Giorgio Martini: una grande mostra*. En: *Domus*, 1993, n.º 750, p. 77.

39. The first major study on these fortification designs was published by Henry Thode in Germany between 1908 and 1913. MUSSOLINI, Mauro, *op. cit. supra*, note 24, p. 57.

40. CASSIRER, Ernst. *Individuo e cosmo nella filosofia del Rinascimento*. Firenze: Nuova Italia editrice, 1977, pp. 92-97.

41. PEDRETTI, Carlo. *Il concetto di bellezza e utilità in Sant'Agostino e Leonardo*. In: *Achademia Leonardi Vinci. Journal of Leonardo Studies & Bibliography of Vinciana*. Firenze: Giunti Publishing Group, 1992, Vol. V, pp. 107-109.

Autor imagen y fuente bibliográfica de procedencia

Información facilitada por los autores de los artículos:

página 19, 1; página 20, 2 y página 21, 3 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García), 4 (Fotografía de Eduardo M. González Fraile y José Ramón Sola Alonso), 5 (Fotografía cedida por la Casa da Fábrica de la Catedral de Santiago de Compostela, por gentileza del arquitecto Jorge Ares); página 22, 6 (Dibujo de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García), 7 (Fotografía de Eduardo M. González Fraile y José Ramón Sola Alonso); página 23, 8 y 9; página 24, 10 y página 25, 11 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García), 12 (PONS SOROLLA, Francisco. *Proyecto de restauración de cubiertas y cuerpo claustral*. Junio de 1962. Archivo General de la Administración de Alcalá de Henares (AGA). Grupo de fondos (4). Fondo 117. Signaturas: 51/11777 y 51/11780); página 26, 13 (Dibujo de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García); página 27, 14 (Dibujo de Eduardo M. González Fraile, José Ramón Sola Alonso y Raquel Hurtado García); página 29, 15 (Fotografía de Eduardo M. González Fraile y José Ramón Sola Alonso), 16 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García); página 31, 17 y página 32, 18 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García.) - NOTA: Los montajes se han hecho sobre los planos históricos de Conant, sobre el Plan General, redibujado, o sobre los levantamientos del trabajo de campo; página 38, 1 (Canals. Special number. *The Architectural Review*, julio 1949. Vol. 105, n.º 107; NAIRN, Ian. Outrage. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1955, Vol. 117, n.º 702; NAIRN, Ian. Counter Attack. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, diciembre 1956, Vol. 120, n.º 719; CULLEN, Gordon. *Townscape*. Londres: The Architectural Press, 1961; DE WOLFE, Ivor. *The Italian Townscape*. Nueva York: G. Braziller, 1966; Manplan n.º 8. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, septiembre 1970, Vol. 147, n.º 883; Collage City. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, agosto 1970, Vol. 158, n.º 952); página 40, 2 (DE WOLFE, Ivor. *Civilia: The End of Suburban Man; A Challenge to Semidetsia*. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1971, Vol. 149, n.º 892. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 40,3 (BROWNE, Kenneth; BASCHIERI-SALVADORI, Priscilla. *Collage* no utilizado. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 41-42, 4, 5, 6 (CATENA NIETO, Diego. Diagramas realizados a partir de los dibujados por Kenneth Browne para *Civilia: The End of Suburban Man; A Challenge to Semidetsia*. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1971, Vol. 149, n.º 892, pp. 346, 349, 350); página 44,7 (DE WOLFE, Ivor. *The Italian Townscape*. Nueva York: G. Braziller, 1966. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 44/46, 8, 9 (DE WOLFE, Ivor. *Civilia: The End of Suburban Man; A Challenge to Semidetsia*. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1971, Vol. 149, n.º 892. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 49, 10 (*Collage* realizado por los autores. Imágenes procedentes de: DE WOLFE, Ivor. *Civilia: The End of Suburban Man*. Londres: Architectural Press, 1971; *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, octubre 1965, Vol. 138, n.º 824; noviembre 1965, Vol. 138; n.º 825; diciembre 1965, Vol. 138; n.º 826; septiembre 1966, Vol. 140; n.º 835; julio 1967, Vol. 142; n.º 845; julio 1968, Vol. 144, n.º 857); página 50-51, 11, 12, 13, 14 (CORNELL, Daniel; MAYHEW, Richard; REEVES, Thomas; SCHNEIDER, Lisa. *The Civilia Project*. Newcastle: University of Newcastle APL, 2019); página 56, 1 (SZARKOWSKI, John. *The Photographer and the American Landscape*. The Museum of Modern Art: New York, 1963; SZARKOWSKI, John. *American Landscapes*. Nueva York: The Museum of Modern Art, 1981. ISBN 0-87070-207-6. Catálogos digitalizados disponibles en <http://www.moma.org>; página 57, 2 (SALVESEN, Britt. *New Topographics*. En: Britt SALVESEN; Alison NORDSTRÖM, eds. *New Topographics*. Göttingen: Steidl, 2009, pp. 11-67.; página 58, 3 (Library of Congress Geography and Map Division Washington, D.C. 20540-4650 USA dcu. LCCN 2010589962.; página 59, 4 (Library of Congress, Prints & Photographs Division, FSA/OWI Collection, LC-USF34- 081652-D [P&P] LOT 263; página 60, 5 (Man Made America: A Special Number of the Architectural Review for December, 1950. *The Architectural Review*, 1950; TUNNARD, Christopher; PUSHKAREV, Boris S. *Man-made America, chaos or control?: An inquiry into selected problems of design in the urbanized landscape*. Nueva York: Harmony Books, 1981. ISBN 0517543796. Cortesía de Penguin Random House LLC; BLAKE, Peter. *God’s Own Junkyard. The planned deterioration of America’s landscape*. Nueva York/Chicago/San Francisco: Holt, Rinehart and Winston, 1964. ISBN 03-043885-3.; página 62, 6 (The Architectural Archives, University of Pennsylvania by the gift of Robert Venturi and Denise Scott Brown.; página 63, 7 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 1: the Paul Groth collection of J. B. Jackson American slides and images, 000-866-11-003.; página 64, 8 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, 1940-1990, 000-866-1-T2-01. Library of Congress, Prints & Photographs Division, FSA/OWI Collection, LC-USF34- 040737-D [P&P] LOT 1363.; página 65, 9 (Colección de Paul F. Starrs y Peter Goin. Todos los derechos reservados.; página 66, 10 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 3: The Chris Wilson collection of J. B. Jackson American slides, 000-866-5-J-06.; página 67, 11 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 1: the Paul Groth collection of J. B. Jackson American slides and images, 000-866-6-K-04.; página 68, 12 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 3: The Chris Wilson collection of J. B. Jackson American slides, 000-866-6-P-17.; página 69, 13 (Library of Congress, Prints & Photographs Division, Carol M. Highsmith Archive, LC-DIG-highsm-49794; página 74, 1 (MCHARG, Ian L. *Design with nature*. Nueva York: New York Natural History Press, 1969, pp. 156-157); página 75, 2 (SAUNDERS, William, ed. *Designed ecologies: the landscape architecture of Kongjian Yu*. Basilea: Birkhäuser; 2012, p. 52. Autoría: © 1998-2020 TURENSCAPE All Rights Reserved); página 75, 3 (SAUNDERS, William, ed. *Designed ecologies: the landscape architecture of Kongjian Yu*. Basilea: Birkhäuser; 2012, p. 53. Autoría: © 1998-2020 TURENSCAPE All Rights Reserved); página 76, 4 (Imagen proporcionada por Battle i Roig Arquitectura. © www.JordiSurroca.com); página 77, 5 (JAMES CORNER FIELD OPERATIONS, DILLER SCOFIDIO + RENFRO. *The High Line: foreseen, unforeseen*. Londres: Phaidon, 2015, p. 383. © James Corner Field Operations); página 78, 6 (Imagen proporcionada por Burgos & Garrido Arquitectos); página 79, 7 (Imagen proporcionada por Burgos & Garrido Arquitectos. Autoría: Equipo de fotografía formado por Ana Müller & Jeroen Musch); página 80, 8 (DESVIGNE, Michel *et al*. *Var Plain*, Nice, France, 2006-2007. En: James CORNER; Michel DESVIGNE; Gilles A. TIBERGHIEEN. *Intermediate natures: the landscapes of Michel Desvigné*. Basilea: Birkhauser Verlag AG, 2009. © MDP-2016); página 81, 9 (DESVIGNE, Michel; MOURTHÉ, Sophie; CHIGNIER, Luc. Issoudun District, Issoudun, France,

2003. En: James CORNER; Michel DESVIGNE; Gilles A. TIBERGHIEEN. *Intermediate natures: the landscapes of Michel Desvigné*. Basilea: Birkhauser Verlag AG, 2009. © MDP-2016); página 83, 10 (Imagen disponible en línea: http://www.catpaisatge.net/fitxers/catalegs/CC/Memoria1/Cartografia_general/8.%20Valors%20socials.pdf [consulta: 13-02-2020]. © 2005/2020 Observatorio del Paisaje de Catalunya / Hospici, 8 - 17800 OLOT); página 84, 11 (Imagen proporcionada por Jimmy Ta, coautor del proyecto. Autoría de la imagen: Jimmy Ta. La imagen ha sido creada usando el software ArcGIS® de Esri. ArcGIS® y ArcMap™ con propiedad intelectual de Esri y se usaron bajo licencia en el proyecto. © Esri. Todos los derechos reservados. Nota: Las imágenes han sufrido grandes alteraciones a través de herramientas gráficas computacionales con el objetivo de articular una idea. Los datos proporcionados en los mapas se crearon con fines de visualización y no se utilizarán para cuantificar resultados); página 85, 12 (Imagen proporcionada por Jimmy Ta, coautor del proyecto. Autoría de la imagen: Yaxin Zhao. La imagen ha sido creada usando el software ArcGIS® de Esri. ArcGIS® y ArcMap™ con propiedad intelectual de Esri y se usaron bajo licencia en el proyecto. © Esri. All Rights Reserved. Nota: Las imágenes han sufrido grandes alteraciones a través de herramientas gráficas computacionales con el objetivo de articular una idea. Los datos proporcionados en los mapas se crearon con fines de visualización y no se utilizarán para cuantificar resultados); página 91, 93, 94, 95, 96, 1-6 (Center for Advanced Visual Studies Special Collection (CAVSSC), Massachusetts Institute of Technology, Program in Art, Culture & Technology, Cambridge, Massachusetts); página 96, 7-8 (BURNHAM, Jack. *Software, Information Technology*. Nueva York: Jewish Museum, 1970); página 97-99, 9-15 (Center for Advanced Visual Studies Special Collection (CAVSSC), Massachusetts Institute of Technology, Program in Art, Culture & Technology, Cambridge, Massachusetts); página 105, 1 (Fuente CCV); página 106, 2 (Fuente CCV/ ITC); página 107, 3 (Fuente CIRIA SUDS Manual); página 107, 4 (Fuente CCV); página 108, 5: (Fuente CCV); página 109, 6 (Fuente CCV); página 110, 7 (Fuente CCV); página 111, 8 (Fuente CCV / ITC); página 112, 9 (Fuente CCV /ITC); página 113, 10 (Fuente CCV /ITC); página 114, 11 (Fuente Milena Villalba); página 121, 1 (Fotografía del autor); página 122, 2 (TARTAGLIA, Nicolo, *Quesiti et inventioni diverse*, f.35 y DÜRER, Albrecht. *Stich aus Dürers Anweisung zur Messung mit Zirkel und Richtscheid*, 1525); página 123, 3 (DA VINCI, Leonardo. *Codex Atlanticus*. f.767r. ©Veneranda Biblioteca Ambrosiana/Mondadori Portfolio); página 124-125, 4 y 5 (Fotografía y planos del autor); página 126-127, 6 y 7 (Fotografías del autor); página 128, 130-133, 8, 9, 10, 11, 12 (Dibujos del autor); página 135, 13 (BRAUN, Georg; HOGENBERG, Franz. *Civitates Orbis Terrarum*. 1570, planta de la ciudad de Palmanova); página 140, 1 (Patronato de la Alhambra y Generalife); página 141, 2 (Dibujo: estudio Álvaro Siza Vieira (ASV) y estudio Juan Domingo Santos (JDS)); página 142, 3 (BONI, Giacomo. *Flora Palatina. Vegetazione e archeologí*. Roma: Arbor Sapientiae, 2013); página 144, 4 (Dibujo: estudio JDS. Fotografía: AA.VV. *Guía oficial de la Alhambra y el Generalife*. Madrid: Tf Editores, 2010); página 145, 5 (PRIETO-MORENO PARDO, Francisco. *Los jardines de Granada*. Madrid: Cigüeña, 1952); página 146, 6 (Fotografía: Antonio Cayuelas Porras); página 147, 7 (Dibujo: estudio JDS. Fotografía: Antonio Cayuelas Porras); página 148, 8 (Autor dibujo: estudio JDS. Autor fotografía: Antonio Cayuelas Porras); página 149, 9 (Fotografía: estudio JDS); página 150, 10 (Croquis: Álvaro Siza Vieira. Fotografía: estudio ASV y estudio JDS); página 151, 11 (Fotografía: Lluís Casals. Croquis: Álvaro Siza Vieira. Dibujo: estudio JDS); página 152, 12 (Fotografía: AA.VV. *Guía oficial de la Alhambra y el Generalife*. Madrid: Tf Editores, 2010. Croquis: Juan Domingo Santos); página 153, 13 (Estudio JDS); página 154, 14 (Dibujo: Álvaro Siza Vieira y Juan Domingo Santos. Croquis: Álvaro Siza Vieira); página 155, 15 (Estudio ASV, estudio JDS y 3D LT Studio).