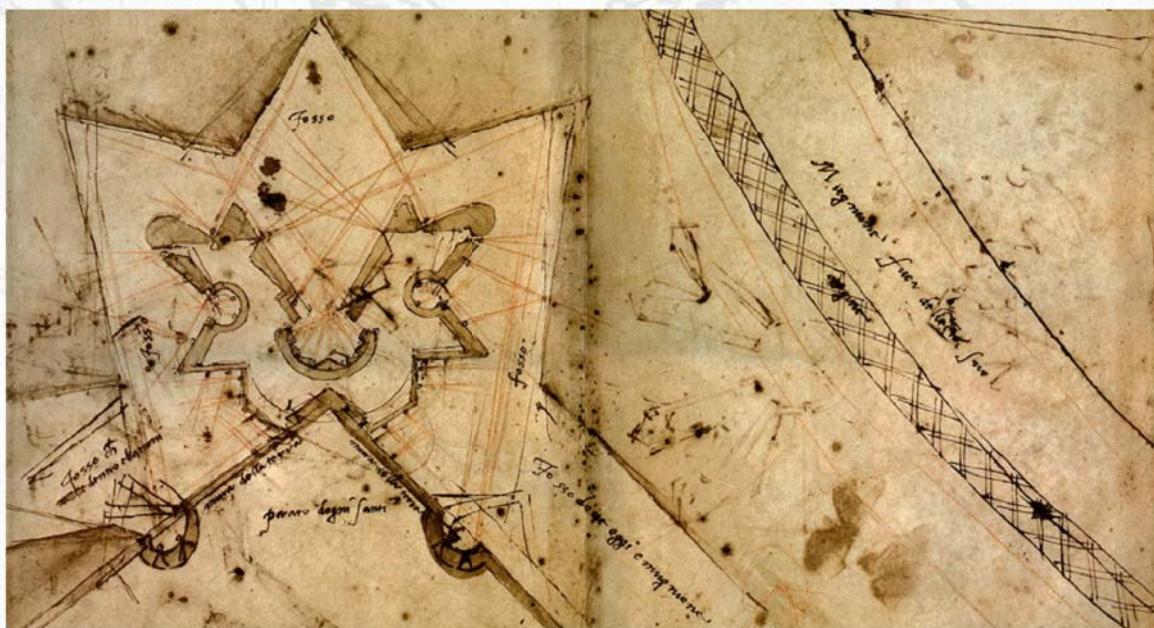


Pensiero, Forma e Modello nella Gestione della Complessità
Thought, Shape and Model in the Complexity Management



INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE
DELLA RAPPRESENTAZIONE



GANGEMI EDITORE
INTERNATIONAL PUBLISHING



UID UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
DIDA Dipartimento di Architettura



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE**
DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

**38° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
TREDICESIMO CONGRESSO UID – FIRENZE 15 • 16 • 17 SETTEMBRE 2016
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE – AULA MAGNA DEL RETTORATO Piazza San Marco, 4
AUDITORIUM DI SANTA APOLLONIA Via XXVII aprile, 25A**

Comitato Scientifico internazionale / International Scientific Committee

Caroline Astrid Bruzelius, *Duke University, North Carolina, USA – member of the American Academy of Arts and Sciences*
 Pedro Cabesos, *Universidade da Coruña, Spagna*
 Fabiana Andrea Carbonari, *La Universidad Nacional de La Plata, Argentina*
 Arivaldo Leao De Amorim, *Universidade Federal da Bahia, Brasile*
 Livio De Luca, *Direttore di Ricerca del CNRS MAP-Gamsau, Marsiglia, Francia*
 Juan José Fernandez Martin, *Universidad de Valladolid, Spagna*
 Roberto Ferraris, *Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*
 José Antonio Franco Carlos de San Antonio Gomez, *Universidad Politécnica de Madrid, Spagna*
 José Antonio Franco Taboada, *Universidade da Coruña, Spagna*
 Ángela García Codoñer, *Universitat Politècnica de València, Spagna*
 Pedro Antonio Janeiro, *Universidade de Lisboa, Portogallo*
 Walsh Michael John Kir, *School of Art, Design and Media - College of Humanities, Arts, & Social Sciences of the Nanyang Technological University, Singapore*
 Cornelia Leopold, *University of Kaiserslautern, Germania*
 Juan Samuel Lladó, *Universidad de Extremadura, Spagna*
 Francisco Martínez Mindeguía, *Universitat Politècnica de Catalunya, Spagna*
 Carlos Montes, *Universidad de Valladolid, Spagna*
 Javier Mosteiro, *Universitat Politècnica de Catalunya, Spagna*
 Pablo José Navarro Esteve, *Universitat Politècnica de València, Spagna*
 Fang Yibing, *Accademia nazionale delle scienze Pechino, Repubblica Popolare Cinese*

Comitato Scientifico Nazionale / National Scientific Committee

Piero Albinetti, *"Sapienza" Università di Roma*
 Fabrizio Ivan Apollonio, *Università di Bologna*
 Paolo Belardi, *Università di Perugia*
 Stefano Bertocci, *Università di Firenze*
 Carlo Bianchini, *"Sapienza" Università di Roma*
 Marco Bini, *Università di Firenze*
 Vito Cardone, *Università di Salerno*
 Mario Centofanti, *Università dell'Aquila*
 Emanuela Chiavoni, *"Sapienza" Università di Roma*
 Michela Cigola, *Università di Cassino e del Lazio Meridionale*
 Antonio Conte, *Università della Basilicata*
 Antonella Di Luggo, *Università di Napoli Federico II*
 Mario Doci, *"Sapienza" Università di Roma*

©

Proprietà letteraria riservata

Gangemi Editore spa
 Piazza San Pantaleo 4, Roma
 www.gangemieditore.it

Nessuna parte di questa pubblicazione può essere memorizzata, fotocopiata o comunque riprodotta senza le dovute autorizzazioni.

Le nostre edizioni sono disponibili in Italia e all'estero anche in versione ebook.

Our publications, both as books and ebooks, are available in Italy and abroad.

GANGEMI EDITORE®
 INTERNATIONAL PUBLISHING

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI SETTEMBRE 2016
 www.gangemieditore.it

ISBN 978-88-492-3295-0

Francesca Fatta, *Università Mediterranea della Calabria*
 Paolo Giandebbiaggi, *Università di Parma*
 Andrea Giordano, *Università di Padova*
 Elena Ippoliti, *"Sapienza" Università di Roma*
 Francesco Maggio, *Università di Palermo*
 Anna Marotta, *Politecnico di Torino*
 Arturo Livio Sacchi, *Università Chieti-Pescara*
 Rossella Salerno, *Politecnico di Milano*
 Alberto Sdegno, *Università di Trieste*
 Ornella Zerlenga, *Seconda Università di Napoli*

Peer reviewer internazionali / International peer reviewers

Pedro Cabesos, *Universidade da Coruña, Spagna*
 Andrea Fabiana Carbonari, *La Universidad de La Plata, Argentina*
 Arivaldo Leao De Amorim, *Universidade Federal da Bahia, Brasile*
 Roberto Ferraris, *Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*
 José Antonio Franco Carlos de San Antonio Gomez, *Universidad Politécnica de Madrid, Spagna*
 José Antonio Franco Taboada, *Universidade da Coruña, Spagna*
 Pedro Antonio Janeiro, *Universidade de Lisboa, Portogallo*
 Juan Samuel Lladó, *Universidad de Extremadura, Spagna*
 Francisco Martínez Mindeguía, *Universitat Politècnica de Catalunya, Spagna*
 Carlos Montes, *Universidad de Valladolid, Spagna*
 Javier Mosteiro, *Universitat Politècnica de Catalunya, Spagna*
 Pablo José Navarro Esteve, *Universitat Politècnica de València, Spagna*

Peer reviewer nazionali / National peer reviewers

Fabrizio Agnello, *Università degli Studi di Palermo*
 Giuseppe Amoroso, *Politecnico di Milano*
 Marinella Arena, *Università Mediterranea Reggio Calabria*
 Marcello Balzani, *Università di Ferrara*
 Laura Baratin, *Università di Urbino Carlo Bo*
 Salvatore Barba, *Università di Salerno*
 Cristiana Bedoni, *Università degli Studi Roma Tre*
 Marco Giorgio Bevilacqua, *Università di Pisa*
 Fabio Bianconi, *Università di Perugia*
 Enrica Bistagnino, *Università di Genova*
 Antonio Bixio, *Università degli Studi della Basilicata*
 Stefano Brusaporci, *Università degli Studi dell'Aquila*
 Adele Carla Buratti, *Politecnico di Milano*
 Massimiliano Campi, *Università degli Studi di Napoli Federico II*
 Marco Canciani, *Università degli Studi Roma Tre*
 Mara Capone, *Università degli Studi di Napoli Federico II*
 Laura Carlevaris, *"Sapienza" Università di Roma*
 Laura Carnevali, *"Sapienza" Università di Roma*
 Marco Carpicci, *"Sapienza" Università di Roma*
 Andrea Casale, *"Sapienza" Università di Roma*
 Francesco Cervellini, *Università di Camerino*
 Luca Cipriani, *Università di Bologna*
 Paolo Cini, *Università, Politecnica delle Marche*
 Luigi Cocchiarella, *Politecnico di Milano*
 Luisa Chiara Cogorno, *Università di Genova*
 Daniele Colistra, *Università Mediterranea Reggio Calabria*
 Romolo Continenza, *Università degli Studi dell'Aquila*
 Secondino Coppo, *Politecnico di Torino*
 Cesare Cundari, *"Sapienza" Università di Roma*
 Laura De Carlo, *"Sapienza" Università di Roma*
 Francesco Paolo De Mattia, *Politecnico di Bari*
 Roberto De Rubertis, *"Sapienza" Università di Roma*
 Aldo De Sanctis, *Università Mediterranea Reggio Calabria*
 Edoardo Dotto, *Università di Catania*

Fabio Fabbrizzi, *Università degli Studi di Firenze*
 Maria Linda Falcidieno, *Università di Genova*
 Federico Fallavolita, *Università di Bologna*
 Patrizia Falzone, *Università di Genova*
 Marco Fasolo, *"Sapienza" Università di Roma*
 Riccardo Florio, *Università degli Studi di Napoli Federico II*
 Giorgio Garzino, *Politecnico di Torino*
 Fabrizio Gay, *Università IUAV di Venezia*
 Gaetano Ginex, *Università Mediterranea Reggio Calabria*
 Massimo Giovannini, *Università Mediterranea Reggio Calabria*
 Guido Guidano, *Università di Genova*
 Manuela Incerti, *Università di Ferrara*
 Sereno Marco Innocenti, *Università di Brescia*
 Mariangela Liuzzo, *Università di Enna*
 Massimiliano Lo Turco, *Politecnico di Torino*
 Giovanna Angela Massari, *Università di Trento*
 Giampiero Mele, *Università telematica eCampus*
 Barbara Messina, *Università di Salerno*
 Riccardo Migliari, *"Sapienza" Università di Roma*
 Giuseppa Novello, *Politecnico di Torino*
 Anna Osello, *Politecnico di Torino*
 Caterina Palestini, *Università di Chieti-Pescara "G. d'Annunzio"*
 Lia Maria Papa, *Università degli Studi di Napoli Federico II*
 Leonardo Paris, *"Sapienza" Università di Roma*
 Sandro Parrinello, *Università di Pavia*
 Paolo Piumatti, *Politecnico di Torino*
 Fabio Quici, *"Sapienza" Università di Roma*
 Luca Ribichini, *"Sapienza" Università di Roma*
 Andrea Ricci, *Università degli Studi di Firenze*
 Andrea Rolando, *Politecnico di Milano*
 Michela Rossi, *Politecnico di Milano*
 Daniele Rossi, *Università di Camerino*
 Salvatore Santuccio, *Università di Camerino*
 Roberta Spallone, *Politecnico di Torino*
 Giacinto Taibi, *Università di Catania*
 Camillo Trevisan, *Università IUAV di Venezia*
 Pasquale Tunzi, *Università di Chieti-Pescara "G. d'Annunzio"*
 Maurizio Unali, *Università di Chieti-Pescara "G. d'Annunzio"*
 Graziano Mario Valenti, *"Sapienza" Università di Roma*
 Rita Maria Valenti, *Università di Catania*
 Cesare Verdoscia, *Politecnico di Bari*
 Chiara Vernizzi, *Università di Parma*
 Andrea Zerbi, *Università di Parma*

Comitato Organizzatore / Organizing Committee

Giovanni Anzani, Barbara Aterini, Maria Teresa Bartoli, Stefano Bertocci, Carlo Biagini, Marco Bini, Carmela Crescenzi, Cecilia Luschi, Emma Mandelli, Alessandro Merlo, Paola Puma, Marcello Scalzo, Giorgio Verdiani

Staff Tecnico - Operativo / Staff - Operative

Laura Aiello, Francesco Algotino, Andrea Aliperta, Eleonora Cecconi, Paolo Formaglini, Filippo Giansanti, Gaia Lavoratti, Giancarlo Littera, Andrea Pasquali, Francesca Picchio, Francesco Tioli

Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination

Stefano Bertocci
 Marco Bini

I testi e le relative traduzioni oltre che tutte le immagini pubblicate sono state fornite dai singoli autori per la pubblicazione con copyright e responsabilità scientifica e verso terzi. La revisione e redazione dei testi è stata dei curatori del volume.

In copertina: Michelangelo Buonarroti - Studi di fortificazione per la Porta al Prato d'Ognissanti - Firenze, Casa Buonarroti. (per gentile concessione della Dott.ssa Pina Ragionieri direttrice del museo "Casa Buonarroti")

LE RAGIONI DEL DISEGNO THE REASONS OF DRAWING

*Pensiero, Forma e Modello nella Gestione della Complessità
Thought, Shape and Model in the Complexity Management*

A CURA DI
STEFANO BERTOCCI
MARCO BINI

GANGEMI EDITORE[®]
INTERNATIONAL PUBLISHING

Indice

13 Introduzione
Introduction
Luigi Dei, Rettore dell'Università degli Studi di Firenze

15 Presentazione
Presentation
Saverio Mecca, Direttore DIDA Dipartimento di Architettura

17 Prefazione
Preface
Vito Cardone, Presidente UID

29 Perché la regioni del disegno
The Reasons of Drawing
Stefano Bertocci, Marco Bini

1. LE RAGIONI DEL DISEGNO COME STRUMENTO DI STUDIO E APPROCCIO ALLA CONOSCENZA THE REASONS OF DRAWING AS AN INSTRUMENT OF STUDY AND APPROACH TO KNOWLEDGE

35 The tree of life in the southern porch of the Cathedral of Palermo: survey and geometric analysis
Fabrizio Agnello, Mirco Cannella

41 Il disegno per comprendere i manufatti architettonici. Il caso di Le Castella
The drawing for understanding the architectural artifacts. Le Castella case
Laura Aiello

49 El relevamiento digital como instrumento para conocer e interpretar la arquitectura:
levantamiento gráfico del Colegio Nacional de Monserrat en Córdoba.
The digital survey as a tool to understand and interpret the architecture
Maria Clara Amoedo

57 Digital reconstruction of Piazza delle Erbe in Verona at XIVth century
Fabrizio I. Apollonio, Marco Gaiani, Federico Fallavollita, Elisabetta C. Giovannini, Riccardo Foschi

63 Il disegno di rilievo come strumento di indagine. Il caso della Certosa monumentale di Calci
The architectural survey drawing as an investigation instrument. The case of the Calci Charterhouse
Alessandro Bandinelli, Marco Giorgio Bevilacqua, Ewa Karwacka

69 Infographic techniques for the representation of marginal buildings of Salerno coast
Davide Barbato, Sara Morena

73 Levantamiento métrico digitalizado con tres metodologías distintas de los laboratorios del Sanatorio de Fontilles
Digitalised metric survey of the laboratories building at Fontilles Sanatorium using three different technologies
Eduardo María Baviera Llópez, José Luis Denia Ríos, Jorge Llopis Verdú, Jorge Francisco Martínez Piqueras

83 Integración de tres metodologías para la obtención de un modelo completo de los Laboratorios de Fontilles
Integration of three methodologies in order to obtain a complete model of the laboratories building of Fontilles
Eduardo María Baviera Llópez, Jorge Llopis Verdú, José Luis Denia Ríos, Rafael Emilio Marín Tolosa

91 Progetto di documentazione per la valorizzazione dell'altopiano di Masada: il disegno tridimensionale come strumento di conoscenza per il quartier generale del Palazzo di Erode
Documentation Project for the enhancement plateau of Masada: the three-dimensional design as a knowledge tool for the headquarters of Herod's Palace
Monica Bercigli

99 Disegno e rappresentazioni digitali: modelli e mappe di un mondo inquieto
Drawing and digital representations: models and maps for a restless world
Francesco Bergamo

107 Alle radici di Venezia: il disegno e la ricostruzione grafica della basilica di Equilio
At the roots of Venice: drawing and graphical reconstruction of the basilica of Equilibrium
Otello Bergamo

115 Al di là della comunicazione: modelli 3D euristici nello studio dell'Architettura
Beyond communication: 3D heuristic models in architectural research
Carlo Bianchini

125 The parameterization of complex surfaces for engineering solutions
Fabio Bianconi, Marco Filippucci

131 La Cattedrale di Santa Maria La Real a Sasamón, dal rilievo laser scanner 3D alla restituzione architettonica e strutturale per la conservazione del complesso religioso
The Cathedral of Santa Maria La Real in Sasamón, from 3D laser scanner survey to the architectural and structural design for the preservation of the religious complex
Matteo Bigongiari

137 Modelli prospettici nella divulgazione della conoscenza. Un ingegnere, un religioso e la rappresentazione della *magia naturalis*
Perspective models in the dissemination of knowledge. An engineer, a religious and the *magia naturalis* representation
Alessio Bortot, Stefano Zoerle

145 Obras realizadas por los "constructores" italianos en La Plata entre 1918 y 1945.
Arquitectura, análisis y dibujo
Works by Italian "constructores" in La Plata between 1918 and 1945. Architecture, analysis and drawing
Fabiana Carbonari, Emanuela Chiavoni, Mario Docci, Fernando Gandolfi, Eduardo Gentile, Ana Ottaviani

151 Pavia, capitale longobarda: nuovi studi e approcci alla conoscenza per la conservazione e la valorizzazione dell'architettura altomedievale
Pavia, longobard capital: new studies and knowledge approaches for the conservation and valorisation of early medieval architecture
Alessio Cardaci, Antonella Versaci, Luca Renato Fauzia

159 Il rilievo quale sistema di indagine di una struttura complessa: l'esedra dell'Open Air Museum di Goreme
Survey as a system of investigation of a complex structure: the exedra of the Open Air Museum in Goreme
Marco Carpiceci, Carlo Inglese, Fabio Colonnese, Andrea Angelini

165 Esperimento prospettiva. Relazioni particolari tra immagine e mente
Experimenting with Perspective. Particular Relationships between the Image and the Mind
Andrea Casale

173 The (secret) reasons of survey: the drawings of Prosper Morey (1805-1886)
Camilla Casonato

179 "La casa della scuola": architetture per l'istruzione nella prima metà del Novecento.
Rilievo e conoscenza
"The House of the School": architectures for education in the first half of the XX Century.
Survey and knowledge
Mario Centofanti, Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza

187 Conocimiento y difusión de los paisajes y territorios históricos: la Sierra de Guadarrama y los bosques reales en torno a Madrid
Knowledge and Diffusion of Historical Landscapes and Territories: The Guadarrama Mountains and the Royal Woods around Madrid
Pilar Chías Navarro, Tomás Abad

195 Analisi di un'opera di Bramante attraverso il disegno: dalla lettura del frammento alla genesi progettuale
Using drawing to analyse a Bramante building: from interpretation of a fragment to the design genesis
Emanuela Chiavoni, Francesca Porfiri, Gaia Lisa Tacchi

- 201 L'area archeologica della *casinum* romana. Le ragioni di un percorso di studio e conoscenza tra contesto urbano e archeologico
The archaeological site of *casinum* in Roman era. The reasons for a course of study and knowledge among an urban and archaeological context
Michela Cigola, Saverio D'Auria, Arturo Gallozzi, Leonardo Paris, Rodolfo Maria Strollo
- 209 Il disegno scenografico della scala di Palazzo D'Afflitto a Napoli
The D'Afflitto Palace staircase scenographic drawing
Vincenzo Cirillo
- 217 Il Disegno dell'architettura antica. Nuovi codici per la comprensione e la fruizione. Tecniche di SFM per il rilievo de "La Pianta di Mausoleo con giardino" collocata al *Lapidarium* del Palazzo Ducale di Urbino
The drawing of ancient architecture. New codes for the understanding and enjoyment. SFM techniques for the digitization of "The Drawing of Mausoleum with garden" located at the *Lapidarium* of Ducal Palace in Urbino
Paolo Clini, Ludovico Ruggeri, Antonio Corso, Gianni Plescia
- 225 La ragione delle ragioni: immagine e conoscenza
The reason of the reasons: image and knowledge
Luigi Cocchiarella
- 231 Solid Perspective and digital modeling. Bernini's perspectival sacellum for the statue of Felipe II in Santa Maria Maggiore in Rome
Fabio Colonnese, Marcello Fagiolo
- 237 Il disegno per l'uomo: i progetti e i piani per la città d'Ivrea
Drawings for mankind: projects and plans for Ivrea
Sara Conte
- 245 La geometria non è poi ... troppo sconosciuta
Geometry is not ... too much unknown
Roberto Corazzi
- 253 Il disegno delle strutture religiose tra Montenegro e Grecia settentrionale
The drawing of the religious structures between Montenegro and northern Greece
Luigi Corniello, Andrea Maliqari, Vito Maria Benito Voza
- 261 Villa Farnesina in Rome. A contribution to its history
Cesare Cundari, Gian Paolo Bagordo, Gian Carlo Cundari, Maria Rosaria Cundari, Giuseppe Antuono
- 265 Il codice nell'era digitale. Riflessioni su nuovi bisogni e necessità della rappresentazione grafica a carattere tecnico
Codex in the digital era. Thoughts on the new needs and requirements of graphic technical representation
Pierpaolo D'Agostino
- 271 Le plastiche murarie nelle architetture di Gio Ponti e José Antonio Coderch. Rappresentazione e costruzione della facciata ceramica
The articulation of facade wall in the Gio Ponti and José Antonio Coderch architectures. Drawing and construction of ceramic facade
Filomena De Robertis
- 279 Variazioni figurative della modernità
Figurative variations on modernity
Antonella di Luggo
- 287 La rappresentazione del patrimonio architettonico in dismissione: il caso del Forte Boccea in Roma
The representation of the architectural heritage in dismission: the study of Forte Boccea in Rome
Paolo Di Pietro Martinelli
- 295 Pensiero, conoscenza, rappresentazione di un oggetto architettonico: il Maso Anten della Valle di Anterselva in Alto Adige
Thought, Knowledge, and Representation of an Architectural Object: Maso Anten of the Antholz Valley in South Tyrol
Andrea Donelli
- 303 Il disegno come strumento di lettura e individuazione delle matrici progettuali e di riferimento nelle attribuzioni. Il caso della Villa Pallavicini "delle Peschiere" a Genova
The drawing as a tool for reading and identification of design matrices and reference within the attributions. The case of Villa Pallavicini "delle Peschiere" in Genoa
Patrizia Falzone
- 311 L'analisi grafica come strumento di conoscenza: studio della geometria della voluta ionica nei trattati di architettura dal XV al XVII secolo
Graphic analysis as instrument of knowledge: study of the geometry of the ionic voluta in architectural treatises from XV to XVII century
Veronica Fazzina
- 319 Dialogue between water and architecture: an architectural survey of the Vadue Nymphaeum
Giuseppe Fortunato
- 325 Los dibujos de viaje como *storytelling* del proceso de concepción del proyecto. El ejemplo de Álvaro Siza
Travel sketches that tell the story of a project's conception process. The example of Álvaro Siza
José Antonio Franco Taboada
- 331 Drawing for understanding architecture: interpreting project matter and measure
Mariateresa Galizia, Cettina Santagati, Nuccio Giuffrida
- 337 Il disegno dell'indiscernibile: morfogenesi & morfografia degli artefatti
Drawing the indiscernible: morphogenesis & morphography of the artefacts
Fabrizio Gay, Irene Cazzaro
- 345 *Cum corde*: le ragioni del disegno dell'ultima cinta muraria di Siena
Cum corde: the reasoning underpinning the design of Siena's final city wall
Stefano Giannetti
- 353 L'Architettura Picta e la realizzazione della chiesa ideale a pianta centrale: il ruolo della rappresentazione per la conoscenza, l'elaborazione e la comunicazione tra ricerca e fruizione turistico-culturale
The representation for knowledge, elaboration and communication between research and touristic-cultural enjoyment: the central-plan ideal church, painted and built in the second half of the fifteenth century in Italy
Andrea Giordano, Chiara Nichele
- 359 Il giardino inglese della Reggia di Caserta
The English Garden of the Royal Palace of Caserta
Paolo Giordano
- 367 Escribiendo las imágenes, dibujando las ideas. Acerca del valor del las representaciones en el proceso de estudio de la arquitectura
Writing Images, Drawing Ideas. About the value of representations in the process of studying architecture
Horacio José Gnemmi Bohogú
- 373 Vedere/trasporre: esercizi di pittura e calligrafia con la camera lucida
Watching/transposing: painting and calligraphy exercises with the camera lucida
Renata Guadalupi
- 381 Tradizione ed innovazione nel disegno di rilievo per la conoscenza del costruito. Il caso studio della Chiesa di S. Agostino della Cella, Genova
Tradition and innovation in the design of relief for the knowledge of the building. The case study of the Church of S. Agostino della Cella, Genoa
Guido Guidano, Carlo Battini
- 389 All'origine della forma: misura e numero nel Mausoleo di Teodorico a Ravenna
The origins of form: measurement and numbers in Theodoric's Mausoleum in Ravenna
Manuela Incerti, Gaia Lavoratti
- 395 Έκφρασις (ekphrasis): un problema di rappresentazione
Έκφρασις (ekphrasis): a problem of representation
Alfonso Ippolito, Martina Attenni
- 403 The consecution of uncertain knowledge, hypotheses and the design of abstraction
Dominik Lengyel, Catherine Toulouse
- 409 *Modus e Modellus* per l'analisi multisemantica di un frammento architettonico
Modus and Modellus for the multi-semantic analysis of an architectonic fragment
Mariangela Liuzzo, Sebastiano Giuliano, Egidio Di Maggio
- 415 Space and Landscape: landscape representation and interpretation
Gabriella Liva

- 419 Estudio de piezas industriales para el reconocimiento de la intención proyectual plasmada en la forma. Aplicación de técnicas de relevamiento digitales
Study of industrial parts for recognition of intent of design. Application of digital survey techniques
Laura A. Lopresti, Mariana Lara, Laura L. Fuertes, Sergio J. Gavino, Gabriel H. Defranco
- 425 Signum supra Lapidem
Signum supra Lapidem
Cecilia Maria Roberta Luschi
- 431 De Stijl e l'architettura. L'Hôtel particulier, trascrizioni grafiche
De Stijl and architecture. Hôtel particulier, graphic transcriptions
Francesco Maggio
- 439 Il disegno del sottosuolo. Le Cisterne Romane di Fermo
The design of the subsoil. The Roman cisterns of Fermo
Alessia Maiolatesi
- 447 La profondità apparente nell'illusionismo prospettico. Analisi sperimentali sulla Gloria di Sant'Ignazio a Roma di Andrea Pozzo
The illusory depth of perspective illusionism. Experimental analysis on Andrea Pozzo's Glory of St. Ignatius in Rome
Matteo Flavio Mancini
- 455 Lo skyline nella interpretazione del paesaggio come applicazione di analisi conoscitive
The skyline in the interpretation of the landscape as application of cognitive analysis
Maria Martone
- 461 Il rilievo con laser scanner 3D del patrimonio architettonico bizantino in Calabria
The 3D laser scanner survey of the Byzantine architectural heritage in Calabria
Giuseppe Mazzacava
- 469 Il teatro all'italiana di Ferrara dal rilievo all'analisi geometrica
The Italian theater of Ferrara, from the survey to the geometric analysis
Giampiero Mele, Roberta Ziosi
- 477 Fotomodellazione di resti ossei in archeologia. Un'opportunità di documentazione e conoscenza
Photomodeling of osseous remains in archaeology. A chance to documentation and knowledge
Barbara Messina, Giuseppe Damone, Salvatore Barba
- 483 The reconstruction project: the district Villarosa
Manuela Milone
- 487 La stazione centrale di Stoccarda di Paul Bonatz: disegno di un'evoluzione
Stuttgart main station by Paul Bonatz: drawing an evolution
Letizia Musio Somma
- 495 Rilievo digitale e virtual heritage: il Castellum Aquarum di Poggio Murelle a Manciano (GR)
Digital Surveying and Virtual Heritage: the Castellum Aquarum of Poggio Murelle in Manciano (Grosseto – Italy)
Giuseppe Nicastro
- 501 Disegnare con arte e misura: una lezione ispirata dai disegni di Giuseppe Mosca redatti per illustrare i Sommari di spesa e Piani di situazione dei lavori per il ponte sulla Dora a Torino
Drawing with art and measurement: a lesson inspired by Giuseppe Mosca's drawings prepared to show quantity take off and building site management for the construction of the bridge over Dora river, in Turin
Giuseppa Novello
- 507 Disegno e misura come strumenti di rivelamento e interpretazione delle trasformazioni: Castel Mascera a Sondrio, tra progetto e storia
Drawing and measuring as reveal and interpretation instrument of transformations: Castel Mascera in Sondrio, between design and history
Daniela Oreni
- 515 Origine, rappresentazione e visualizzazione della forma
Origins, representation and shape's visualisation
Daniela Palomba
- 523 La scala elicoidale a Caprarola di Jacopo Barozzi da Vignola. Innovazione formale tra teoria e prassi
The helicoidal staircase at Caprarola by Jacopo Barozzi da Vignola. Formal innovation between theory and practice
Leonardo Paris
- 531 Disegno in Terra Santa: esperienze di rilievo e di analisi per la documentazione ed il recupero di siti in Medio Oriente
Drawing in the Holy Land: significant experience and analysis for the documentation and the recovery of Middle East sites
Sandro Parrinello
- 539 Il disegno iconico per comunicare le relazioni e le ragioni dell'architettura
Iconic drawing to communicate the connections and the reasons of architecture
Ivana Passamani
- 547 Cognitive analysis for historical towns: digital representation and computational simulation to investigate the effects of solar radiation and wind exposure
Assunta Pelliccio
- 553 Parametric Design and Geometric Optimization of Architectural Complex Shapes
Davide Pellis
- 557 Attuali orizzonti del Rilievo e della Rappresentazione
Current Horizons of Surveying and Representation
Paolo Perfido
- 563 Configuration of virtual landscape of historical centre of Pavia. The drawing for the abstraction of urban complexity
Francesca Picchio
- 569 De lo analogico a lo digital
Analog to digital
Renata Pinedo Valdiviezo
- 577 L'esagono nel progetto dell'architettura militare. Il Castello di Milano
The hexagon in the design of military architecture. The Castle of Milan
Andrea Pirinu
- 583 Traditional Wooden Architecture in Northern Europe: methods and digital systems for the documentation of the Karelian Heritage
Sara Porzilli
- 589 Surveying and communicating for the virtual archaeological exhibitions: 3D low cost modeling of finds from the tomb of a Faliscan princess, the project "The Faliscan princess's grave goods in 3D"
Paola Puma
- 593 Dal bozzetto al disegno esecutivo tra trattatistica e prassi. Percorsi creativi del quadraturismo
From bozzetto towards quadratura between treatises and praxis. Creative processes of quadraturism
Nevena Radojevic
- 601 Il processo di mutazione dell'architettura genera la nuova immagine della città
Architecture mutation produces new city image
Paola Raffa
- 607 3D Survey for analysis and comprehension of Hitite hieroglyphic through new forms of representation
Leopoldo Repola
- 613 La rappresentazione di facciate complesse come strumento di analisi compositiva e materica: il caso del Duomo di Monza
The complex façades representation for constructive schema generation and matter analysis: the case study of Duomo in Monza
Michele Russo
- 619 Survey and restoration of the Imperial Compound of Menelik II in Addis Ababa, Ethiopia
Livio Sacchi
- 623 Influenze di Andrea Pozzo nella Gloria di S. Ignazio a Gorizia e analisi prospettica
Influences of Andrea Pozzo in the Glory of St. Ignatius in Gorizia and perspective analysis
Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis
- 631 A historiographical study of the urban landscape to integrate buildings that visually impact on the Torres de Serranos in Valencia
Juan Serra, Pedro Cabezas, Javier Cortina, Susana Iñarra

635 Disegnare per divulgare: i processi de-costruttivi dell'effimero
Drawing promotes culture: the de-constructive processes of ephemeral architecture
Giacinto Taibi, Rita Valenti, Simona Gatto, Emanuela Paternò

643 La idea en el dibujo arquitectónico
The idea in architectural drawing
Aurelio Vallespín Muniesa, Luis Agustín Hernández, Ignacio Cabodevilla-Artieda

651 Project interpretation and "inverse design": an architectural approach to digital reconstruction
Giorgio Verdiani

655 Costruzione e fruizione della realtà urbana virtuale
Virtual urban reality's construction and fruition
Cesare Verdoscia, Anna Christiana Maiorano, Mario di Puppo, Riccardo Tavolare, Angela dell'Acqua

661 Letture geometriche sul costruito: paradigmi di progetto e androni voltati in Torino tra Sei e Settecento
Geometric readings on built architecture: design paradigms and atria in Turin between Seventeenth and Eighteenth centuries
Marco Vitali

667 Disegnare le ragioni dello spazio costruito. Le scale aperte del '700 napoletano
The reasons of drawing. Open eighteenth-century Neapolitan staircases
Ornella Zerlenga

2. LE RAGIONI DEL DISEGNO COME ESPRESSIONE DELLA CREATIVITÀ E TRACCIA DEL PENSIERO PROGETTUALE

THE REASONS OF DRAWING AS EXPRESSION OF CREATIVITY AND TRACE OF DESIGN THINKING

675 Disegno vs Progetto. Pensieri e immagini
Drawing vs Design. Ideas and images
Piero Albisinni

685 Il pensiero di Paolo Soleri attraverso la Rappresentazione della creatività
The Soleri thinking as creativity Representation
Alessandro Basso

691 Il disegno come elemento base dell'espressione artistica e progettuale delle opere di Giambattista Tiepolo
Drawing as an essential expressive tool in the art and design of giambattista Giambattista Tiepolo
Otello Bergamo

697 Il Disegno del Logotipo
The logo's drawing
Antonio Bixio

703 *Genius memoriae* in architettura
Genius memoriae in architecture
Cecilia Bolognesi

711 Il Disegno delle strutture provvisorie da Brunelleschi ai ponteggi a telai prefabbricati
Scaffold design drawing: from Brunelleschi to frame prefabricated scaffolding
Francesco Broglia

719 L'utilizzo della prospettiva nella tarsia "Amon violante Tamar" del coro di Santa Maria Maggiore a Bergamo
The use of perspective in inlay "Amon violante Tamar" in choir of Santa Maria Maggiore in Bergamo
Giorgio Buratti

727 Di-segno in segno. Rivoluzioni tecnologiche e cambiamenti eidomatici
Di-sign in sign. Technological revolutions and eidomatic changes
Daniele Calisi

737 Le Superfici Piegare. Un metodo per la rappresentazione di forme in movimento
Folded Surfaces. A Method for Representing Forms in Movement
Michele Calvano

745 L'Iter progettuale e la sua rappresentazione letterale
The design process and its literal representation
Laura Carnevali, Fabio Lanfranchi

751 Rappresentazione diagrammatica e concezione progettuale. Il caso studio del progetto di rigenerazione e riuso del mercato di Panjiayuan a Pechino
Diagrammatic representation and design conception. The case study of the regeneration and requalification project of the antiques market of Panjiayuan in Beijing
Francesco Carota

759 Il disegno come luogo del progetto
Disegno as "locus" of the project
Franco Cervellini

767 Animazione di corpi rappresentati, fra scienza e progetto
Animation of represented body, between science and project
Massimiliano Ciammaichella

775 Il Disegno come traccia del pensiero progettuale di Leonardo da Vinci
The drawing as a track of Leonardo da Vinci's design thought
Fabio Colonnese, Marco Carpicci, Irene Di Bernardino

783 Lo schizzo d'invenzione e il fascino della complessità. Disegni di Luciano Baldessari per il Padiglione Breda a Milano del 1952
The spark of invention and the charm of complexity. Drawings by Luciano Baldessari for the Breda Pavilion in Milan of 1952
Gabriella Curti

789 L'assonometria come "forma simbolica" del linguaggio moderno nel XX secolo
Axonometry as "Symbolical Form" of the Modern Language in the XXth Century
Giuseppe D'Acunto

797 Algorithmic modeling and prototyping of a structural joint for freeform surfaces
Francesco Di Paola, Andrea Mercurio

803 Il linguaggio visivo come progetto inclusivo
The visual language as inclusive project
Maria Linda Falcidieno

809 Three dimensional integrated survey of the Basilica Santissima Annunziata in Florence. The drawing as a tool for the research of architectural generating geometries in Alberti's Tribuna
Federico Ferrari, Daniele Felice Sasso

813 Architect Miguel Ángel Roca: A vast architectural work preceded by his own drawings
Roberto Ferraris, Victoria Ferraris

819 The Baldassarre Peruzzi's design process and the lost wooden model of Carpi's Cathedral
Isabella Friso

823 Louis Kahn, del silenzio a la luz: dibujar para encontrar
Louis Kahn, from silence to light: drawing for discovering
Noelia Galván Desvaux, Antonio Álvaro Tordesillas

829 Futurismo e razionalismo in alcuni disegni relativi a edifici progettati a Torino a cavallo fra le due guerre del '900. Alberto Sartoris e la rappresentazione futurista dell'architettura
Futurism and rationalism in some drawings related to projected buildings in Turin between the two wars of '900. Alberto Sartoris and the futurist representation of the architecture
Giorgio Garzino

837 Il Disegno nel percorso creativo
Drawing in the creative process
Paolo Giandebiaggi

843 Improbabili morfologie. Un "modello" per Giovan Battista Piranesi ovvero Forma generatrice di Forma
Unlikely morphologies. A "model" for Giovan Battista Piranesi like Shape generator of Shape
Gaetano Ginex

- 849 Sul progetto di restauro. Note dai disegni di Alessandro Minali (1888-1960)
On restoration. Notes from the drawings of Alessandro Minali (1888-1960)
Michela M. Grisoni
- 857 Il Disegno come manifesto di *Stile*. Gio Ponti e i codici della rappresentazione nel rinnovamento del progetto
Design as manifesto of *Stile*. Gio Ponti and representation codes for the project renewal
Maria Pompeiana Iarossi, Giampiero Mele, Michela Rossi
- 865 Vincenzo Baldoni. Schizzi e disegni
Vincenzo Baldoni. sketches and drawings
Antonio Giulio Loforese
- 873 Futurismo e Razionalismo in alcuni disegni relativi a edifici progettati a Torino a cavallo tra le due guerre del '900. Leggere, pratiche e veloci: le stazioni di servizio nel disegno delle architetture futuriste.
Futurism and Rationalism in some drawings related to projected buildings in Turin between the two wars of '900. Light, practical, ephemeral and swift: gas station and futurist architecture
Elena Teresa Clotilde Marchis
- 881 Architetture virtuali. Le ragioni del disegno delle videoproiezioni architettoniche
Virtual architecture. The reasons of the architectural video projections drawing
Luca Martini, Giovanna Ramaccini
- 889 Il disegno di progetto nel Razionalismo Italiano. Espressività e lettura semantica
The design in the Italian Rationalism. Expressiveness and semantic interpretation
Fatima Melis
- 895 Il Disegno degli alberi nella progettazione dei "vuoti" urbani
The design of the trees in the "empty" urban spaces planning
Maria Evelina Melley, Andrea Maiocchi
- 901 M.C. Escher: Trasformazioni affini, proiettività e profondità materializzate nello spazio virtuale
M.C. Escher: Affine transformations, projectivity and deepness materialized in the virtual space
Antonio Mollicone
- 907 Drawing and American culture: the Doheny Ranch Project by Frank Lloyd Wright
Cosimo Monteleone

Thinking / drawing. Changes of cognitive paradigms in the heuristic of design process
Marco Muscogiuri
- 917 Levantamiento y trazas de cantería de las escaleras medievales del siglo de oro valenciano
Survey and traces of the stonemasonry of medieval staircases from the "golden age" of Valencia
Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve
- 925 Le ragioni del disegno come strumento di analisi e comunicazione per gli archivi di architettura del Novecento.
The reasons behind the use of drawings as analysis and communication tools for 20th century architecture archives
Caterina Palestini
- 933 Il pensiero progettuale per architetture industriali: analisi dei disegni d'archivio del complesso CSELT di Torino
The design thinking for industrial architectures: analysis of the archival drawings of CSELT complex in Turin
Francesca Paluan
- 941 Il disegno come strumento per progettare le architetture di sottrazione contemporanee. Intenzioni, caratteri e tracce dello spazio scavato
Drawing as a tool to design contemporary subtracted architectures. Intentions, features and traces of carved space
Maria Bruna Pisciotto
- 947 PressToPlay. Il disegno di interfacce per videogiochi arcade tra dimensione immateriale e consistenze simbolico culturali
PressToPlay. Designing Interfaces for Arcade Video Games. Between the Immaterial Dimension and Cultural Symbolic Consistency
Daniele Rossi, Federico O. Oppedisano
- 957 Rappresentazione e gestione della complessità nell'evoluzione del progetto navale
Representation and management of complexity in the naval project evolution
Maria Elisabetta Ruggiero
- 965 Dallo schizzo alla realizzazione: l'esperienza dell'*automotive*
From sketch to the realization: the *automotive* experience
Luca James Senatore, Carlo Inglese
- 971 Il disegno delle architetture claustrali espressione di intenzionalità progettuale nella costruzione del paesaggio lucano
The design of the cloistered architectures expression of project intent in the construction of landscape of Lucania
Valentina Spataro
- 979 Il credo del disegno
The creed of drawing
Giacinto Taibi, Mariangela Liuzzo, Rita Valenti, Tiziana Patanè
- 987 Il pensiero prende forma. La progettazione di Filippo Sargiacomo all'inizio del Novecento. Thinking takes shape. Filippo Sargiacomo's design at the beginning of the Twentieth century
Pasquale Tunzi
- 993 Una mappa per il disegno di architettura contemporaneo "Made in Italy"
A Map for Drawing Contemporary Architecture "Made in Italy"
Maurizio Unali
- 999 Forma: conoscenza, processo e comunicazione
Form: knowledge, process and communication
Graziano Mario Valenti
- 1007 Forma e struttura nei disegni di Pier Luigi Nervi: le ragioni del disegno come espressione della creatività e strumento di comunicazione dell'idea progettuale
Form and structure in Pier Luigi Nervi's drawings: the reasons of drawing as an expression of creativity and communication tool of design idea
Chiara Vernizzi
- 3. LE RAGIONI DEL DISEGNO COME DOCUMENTO E PROTOCOLLO PER LA RAPPRESENTAZIONE**
THE REASONS BEHIND THE DRAWING AS A DOCUMENT AND PROTOCOL FOR REPRESENTATION
- 1017 The perspective tabernacle of Bitonti and Borromini, the geometric protocol of baroque solid space
Giuseppe Amoroso
- 1021 Il disegno "geometrico" per rappresentare l'architettura
The "geometric" design in representing architecture
Barbara Aterini
- 1027 Sulla interpretazione delle prospettive architettoniche
On the interpretation of the architectural perspectives
Leonardo Baglioni, Marco Fasolo, Riccardo Migliari
- 1033 I disegni ottocenteschi del nuovo Palazzo Municipale di Cagliari
The nineteenth-century design drawings for the new City Hall in Cagliari
Vincenzo Bagnolo
- 1039 The architectural space in an inclusive protocol for the 3D integrated acquisition of Cultural Heritage for documentation, diagnosis, representation, enhancement and conservation
Marcello Balzani, Federica Maietti
- 1045 Levels of development for historic building information modeling: towards building simulation
Carlo Biagini, Vincenzo Donato
- 1051 La ricostruzione grafica di architetture storiche: le facciate degli oratori confraternali di Parma
The graphic reconstruction of historic architecture: facades of confraternal oratories in Parma
Donatella Bontempi, Giorgia Bianchi
- 1059 Open Street Art Map. An interactive online platform project to record and visualize murals in a shared 3D context
Giovanni Caffio

- 1063 Dal piano allo spazio: ipotesi per la costruzione diretta della prospettiva su superfici curve. Il caso studio del Refettorio di Andrea Pozzo a Trinità dei Monti
From plan to space: hypotheses for the direct construction of perspective on curved surfaces. The case of Andrea Pozzo's Refectory in Trinità dei Monti
Antonio Calandriello
- 1071 Measurement in perspective between the seventeenth and eighteenth century
Cristina Cándito
- 1075 Strumenti di rappresentazione innovativi per la ricerca di soluzioni ottimizzate. Dal pannelling alle strisce sviluppabili
New tools finding optimized solutions. From paneling to Developable Strip
Mara Capone, Emanuela Lanzara
- 1083 I disegni d'archivio per la ricostruzione delle stazioni ferroviarie ottocentesche
The archive drawings for the rebuilding of the nineteenth century railway stations
Raffaele Catuogno
- 1091 Peter Nicholson: il disegno tra teoria e pratica
Peter Nicholson: drawing between theory and practice
Stefano Chiarenza
- 1099 Tecniche per il miglioramento dell'apparenza visiva dei modelli 3D: una rassegna di casi studio ravennati
Techniques for the improvement of 3D models visual appearance: an overview of case studies from Ravenna
Luca Cipriani, Silvia Bertacchi, Jorge Francisco Martínez Piqueras, Filippo Fantini
- 1107 Geometria, progetto e cantiere. Annotazioni su tre casi studio
Geometry, design and worksite. Annotations on three case studies
Carmela Crescenzi
- 1115 Regola e Rappresentazione: la ragione del disegno di architettura militare nei trattati di Bernardo Puccini e Bonaiuto Lorini
Rule and Representation: the reason of the military architecture design in the treatises of Bernardo Puccini and Bonaiuto Lorini
Sara D'Amico
- 1123 BIM per la gestione del patrimonio architettonico e storico
BIM for the architectural and historical heritage management
Sanaz Davardoust, Anna Osello
- 1131 The enhancement of architectural heritage through HBIM and interoperability
Matteo Del Giudice, Anna Osello
- 1135 La evolución gráfica del proyecto arquitectónico representado por autores de épocas distintas (XIX-XX sec.). El Hospital Provincial de Castellón, España
The graphic evolution of the architectural project represented by architects from different periods of time (XIX-XXth cent.). The case of the Provincial Hospital of Castellón, Spain
Anna Delcampo Carda, Ana Torres Barchino
- 1143 The architecture, geometry and representation of the Amphitheatre of Pompeii
Fausta Fiorillo, Emanuela De Feo, Daniela Musmeci
- 1147 La concinnitas nel contemporaneo. Trascrizioni segniche tra matrici e progetto
The concinnitas in the contemporary. Signic transcriptions among matrices and project
Riccardo Florio, Teresa Della Corte
- 1155 Il Caffè Arabo alla IV Esposizione Nazionale di Palermo: dai disegni di Ernesto Basile alla ricostruzione virtuale
The Caffè Arabo at the IV Esposizione Nazionale in Palermo: From the Drawings of Ernesto Basile to its Virtual Reconstruction
Vincenza Garofalo
- 1163 Dal bidimensionale al tridimensionale: *modus operandi* delle anamorfosi olandesi
From 2D to 3D: *modus operandi* in Dutch anamorphosis
Francesca Gasperuzzo
- 1171 Le costruzioni geometriche nei tracciati di cantiere: tra pensiero progettuale e realizzazione della forma nei cantieri edili a Roma e nelle province dell'Impero
Geometric constructions in the worksite tracings: between design concept and form realization in construction sites in Rome and empire provinces
Carlo Inglese
- 1179 "Sostegno e adornamento": riflessioni per una semiotica nel disegno degli ordini
"Support and emblazonment": reflections on the semiotic of design orders
Anna Marotta
- 1187 The semantic qualification of Digital Heritage: the case of Santa Maria della Matina's Abbey
Andrea Marraffa
- 1191 Il disegno svelato Un percorso di ricerca per la valorizzazione dell'archivio dei disegni di Franco Antonelli
The unveiled drawing Looking to promote the archive of Franco Antonelli's drawings
Valeria Menchetelli
- 1197 BIM, Virtual and Augmented Reality for citizen involvement in the evaluation of the urban transformation
Giuseppe Moglia, Francesca M. Ugliotti, Anna Osello, Maurizio Dellosta
- 1201 Il BIM per il patrimonio edilizio storico: realizzazione di un database per la manutenzione
BIM for architectural heritage: implementation of a database for maintenance
Anna Osello, Marco Zerbinatti, Valeria Uffredi, Matteo Del Giudice, Niccolò Rapetti
- 1209 Dal dipinto all'architettura: fruizione di percorsi virtuali
From the painting to architecture: fruition of virtual paths
Rosaria Palomba
- 1217 Il Castello dei Conti Guidi a Poppi, la certificazione nel rilievo laser scanner quale base morfologica di indagini diagnostiche per la conservazione e la valorizzazione del monumento
The Conti Guidi Castle in Poppi, The certification of laser scanner surveys as a morphological basis of diagnostic investigations for the conservation and enhancement of monuments
Giovanni Pancani
- 1225 Il ridisegno critico della Regola delli cinque ordini d'architettura di Giacomo Barozzi da Vignola: tra testo e disegno, intenzione e realizzazione
Critical redrawing of the Regola delli cinque ordini d'architettura di Giacomo Barozzi da Vignola: between text and drawing, intention and creation
Martino Pavigano
- 1231 Il Disegno come strumento di rappresentazione dell'architettura berbera in Marocco. L'oasi di Skoura, documento e progetto di una geometria formale
The drawing as a representation of Berber architecture in Morocco. The oasis of Skoura, document and project for a formal geometry
Chiara Pietropaolo
- 1239 Architettura anni '30 in 3D. Dai progetti di Mario Ridolfi a nuovi contenuti digitali e applicazioni di realtà aumentata per l'analisi grafica e la conoscenza
Thirties & 3D architecture. From Mario Ridolfi's project to new digital contents and Augmented Reality application for graphical analysis and knowledge
Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Roberto Pierdicca, Adriana Formato, Anna Paola Pugnaroni
- 1247 La rappresentazione della concezione di Francesco Borromini in S. Ivo alla Sapienza tra teologia e filosofia
Francesco Borromini's conception of S. Ivo alla Sapienza: between theology and philosophy
Luca Ribichini
- 1255 Il capitello del *De prospectiva pingendi*: geometria, arte, architettura
The capital of the *De prospectiva pingendi*: geometry, art, architecture
Jessica Romor
- 1263 Le ragioni del Disegno "inattuale": rappresentazioni di Scuola Romana del Novecento
The Reasons of "Out-Dated" Drawings: The Representations of the Twentieth Century
Scuola Romana
Antonella Salucci
- 1269 La rappresentazione in *propria forma* nel *De Prospectiva Pingendi* di Piero della Francesca
Representation in *propria forma* in the *De Prospectiva Pingendi* by Piero della Francesca
Marta Salvatore

- 1275 "Delle volte, e vari modi di farle". Modelli digitali interpretativi delle lastre XIX e XX nell'*Architettura Civile* di Guarini, fra progetti e realizzazioni
"On the vaults and various modes of making them". Interpretative digital models of the XIX and XX plates in Guarini's *Architettura Civile*, between designs and buildings
Roberta Spallone
- 1283 Analisi matematica e geometria nei profili degli ordini architettonici: esempi dalla "Regola delli cinque ordini d'architettura di M. Iacomo Barozzio da Vignola"
Mathematical and geometrical analysis of the outlines of the architectural orders: samples from the "Regola delli cinque ordini d'architettura di M. Iacomo Barozzio da Vignola"
Maria Luisa Spreafico, Gianfranco Casnati, Roberto Notari, Martino Pavignano, Ursula Zich
- 1291 Luce sul chiaroscuro palladiano. Osservazioni sulla rappresentazione delle ombre nei Quattro libri dell'architettura di Andrea Palladio
Light on the Palladio chiaroscuro. Observations on the representation of shadows in the Four Books on Architecture by Andrea Palladio
Ursula Zich, Ugo Comollo

4. LE RAGIONI DEL DISEGNO COME NARRAZIONE THE REASONS OF DRAWING AS NARRATION

- 1301 Il rilievo per la ricostruzione: i disegni inediti del fondo del Museo Regionale di Messina
Reconstruction phase architectural survey: the unknown drawings of Regional Museum of Messina
Adriana Arena
- 1309 Un'occasione perduta: l'Eden Teatro Biondo di Ernesto Basile. Dai disegni di archivio alla ricostruzione digitale.
A lost opportunity: the Eden Biondo's Theatre by Ernesto Basile. From archive drawings to digital reconstruction.
Fabrizio Avella
- 1317 Raffaello Bibbiani e il progetto del Teatro della Spezia (1926-1933); narrazioni attraverso disegni e cambiamenti dei paradigmi di rappresentazione tra le due guerre.
Raffaello Bibbiani and the project of La Spezia Theater (1926-1933); narratives through drawings and paradigm shifts in representation during the interwar period.
Matteo Ballarin
- 1325 New York City Sketchbooks
Hugo Barros Costa
- 1329 Il disegno come narrazione: "Gran Budapest Hotel"
Drawing as Narration: "The Grand Budapest Hotel"
Cristiana Bartolomei, Alfonso Ippolito
- 1337 Monk: dallo *scriptorium* medievale all'alfabeto digitale
Monk: From the medieval *scriptorium* to the digital alphabet
Paolo Belardi
- 1345 La prospettiva come "forma retorica" nel prodotto audiovisivo contemporaneo
Perspective as "rhetorical form" in the contemporary audiovisual product
Enrica Bistagnino
- 1353 Il disegno come modello teorico per il cinema: da Piranesi a Èjzenštejn, da Escher a Nolan
Drawing as a theoretical model for the cinema: from Piranesi to Èjzenštejn, from Escher to Nolan
Nazarena Bruno, Andrea Zerbi
- 1361 Architettura e paesaggi cinesi nei disegni del taccuino di viaggio
Chinese architecture and landscapes in the drawings of travel sketchbook
Marianna Calia
- 1367 I temi della rappresentazione del territorio e del paesaggio urbano
The representation themes of territory and urban landscape
Carolina Capitanio
- 1375 Di-segno, ricostruzione 3D e navigazione virtuale. Il racconto dell'utopia interrotta di *Ferdinandopoli*
Drawing, 3D reconstruction and virtual navigation. The tale about the interrupted utopia of *Ferdinandopoli*
Valeria Cera, Elisa Mariarosaria Farella, Domenico Iovane
- 1383 Narrare l'irreale. Le città invisibili svelate.
To narrate the unreal. The invisible cities revealed.
Maria Grazia Cianci, Daniele Calisi
- 1391 Visual Landscapes Sciences. Perception, Visualisation and Communication in Research on Landscape
Enrico Cicalò
- 1397 Verso un'architettura dell'Appennino. Il racconto della costruzione di un linguaggio nell'opera di Cesare Spighi a Bagno di Romagna.
Towards an Apennine architecture. The tale of a language building in the Cesare Spighi's work in Bagno di Romagna
Michele Cornieti
- 1405 Nuovi linguaggi per il disegno dell'architettura
New languages for the architectural design
Michela De Domenico
- 1413 Il disegno e la dimensione della città ricostruita. Tipi edilizi della via dei Crociferi a Catania
Design and dimension of the re-constructed city. Building types of the street Crociferi in Catania
Giuseppe Di Gregorio
- 1421 La narrazione grafica nelle mappe del tempo
The graphic narrative in the map of the time
Francesca Fatta, Manuela Bassetta
- 1431 La raffigurazione del paesaggio agrario nei poster di propaganda cinesi
Representation of agricultural landscape in Chinese propaganda posters
Antonino Frenda
- 1439 Entorno Paisajístico del Sanatorio de San Francisco de Borja en Fontilles. Un caso de estudio sobre el Patrimonio del Paisaje.
Landscape Surroundings of San Francisco de Borja's Sanatorium at Fontilles. A case study on Heritage Landscape.
José Luis Higón Calvet, Jorge Llopis Verdú, Javier Pérez Igualada, Pedro Cabezas Bernal, Jorge Martínez Piqueras
- 1447 Il Disegno utile e le forme del linguaggio visuale. Sperimentazioni di artefatti visuali in campagne di comunicazione di pubblica utilità
Useful Design and Forms of Visual Language. Experiments with Visual Products in Public Communication Campaigns
Elena Ippoliti
- 1457 The image of the Russian Empire in the traveller's drawings
Mariya Komarova
- 1461 El Sanatorio de Fontilles. Una propuesta gráfica para la difusión y puesta en valor de los valores patrimoniales inmateriales
Fontilles Sanitarium. A graphic proposal for the dissemination and valorisation of intangible heritage values
Jorge Llopis Verdú, F. Hidalgo Delgado, J. Torres Barchino, J. Serra Lluch, R.E. Marin Tolosa
- 1469 Il segno dimenticato. Un racconto per immagini
The forgotten sign. A story told through images
Massimiliano Lo Turco, Alessio Tommasetti
- 1477 La representación gráfica como reinterpretación significativa.
The Graphical Representation as Significant representation.
Paula Lomonaco
- 1485 Visual Storytelling. Un'alternativa universale alla trasmissione verbocentrica del sapere.
Visual Storytelling. An universal alternative to the verbocentric transmission of knowledge.
Alessandro Luigini
- 1493 Another species of space: a building site for contemporary art. Drawing strategies for visualising the activity of *Fondazione Volume!*
Marta Magagnini

- 1497 Il disegno dello spazio nella narrazione letteraria e teatrale. Due autori a confronto: lo spazio mentale disegnato da Pirandello e lo spazio fisico rappresentato da Eduardo De Filippo
The drawing of the space in the literary and theatrical storytelling. A comparison of two authors: the mental space designed by Pirandello and physical space represented by Eduardo De Filippo
Rosario Marrocco
- 1507 I mercati delle Vettovaglie in Firenze
Food Markets in Florence
Alessandro Merlo, Gaia Lavoratti, Andrea Aliperta
- 1515 Per una rappresentazione "sensibile": la comunicazione della forma per la percezione aptica
For "Sensible" Representation: Communicating the Form for Haptic Perception
Alessandra Meschini, Filippo Sicuranza
- 1523 Influences of the Engravings of Louis Lozowick upon Drawings by Louis I. Kahn.
Carlos Montes Serrano, Marta Alonso Rodriguez
- 1529 Il disegno, tra conoscenza e fruizione. La chiesa di Santa Maria dell'Incoronata a Napoli
The design, between knowledge and use. The Santa Maria dell'Incoronata Church in Naples
Lia Maria Papa, Giuseppe Antuono
- 1535 Role of Representation in a Digital Communication System
Giulia Pettoello
- 1539 Il disegno come narrazione. I manifesti sovietici della Rivoluzione d'Ottobre
The drawing as narration. The Soviet posters of the October Revolution
Manuela Piscitelli
- 1547 Adalberto Libera e "L'avvio di un nuovo discorso" per il disegno dell'architettura.
Cinema Airone a Roma.
Adalberto Libera and "The start of a new speech" for the architectural design. The Airone Cinema in Rome.
Paola Quattrini
- 1555 La casa di Abramo
The House of Abraham
Adriana Rossi
- 1563 Narrare con testi e immagini: ragioni del disegno e della rappresentazione digitale
A Tale by Images and Texts: Reasons for Drawings and Digital Representation
Rossella Salerno
- 1571 Architetture di e sulla carta
Visionary and paper architecture
Marcello Scalzo
- 1577 Ermeneutica del segno cinetico. Disegno e danza
Hermeneutic of kinetic sign. Drawing and dance
Starlight Vattano
- 1585 Evolving Role of Drawing in Times of Architectural Web-Broadcasting
Daniele Villa

La Cattedrale di Santa Maria La Real a Sasamón, dal rilievo laser scanner 3D alla restituzione architettonica e strutturale per la conservazione del complesso religioso

The Cathedral of Santa Maria La Real in Sasamón, from 3D laser scanner survey to the architectural and structural design for the preservation of the religious complex

Matteo Bigongiari*

L'INTERVENTO È MIRATO ALLA DESCRIZIONE DEL PROCESSO CHE PORTA DAL RILIEVO TRIDIMENSIONALE LASER SCANNER ALLA RESTITUZIONE GRAFICA DEI DISEGNI BIDIMENSIONALI NECESSARI AD ANALIZZARE IL MANUFATTO; IL CASO STUDIO DELLA CATTEDRALE DI SASAMÓN CI PERMETTE DI ANALIZZARE PIÙ APPROFONDITAMENTE LE PROBLEMATICHE RIGUARDANTI L'AFFIDABILITÀ METRICA DEL RILIEVO, DALLA ACQUISIZIONE ALLA RESTITUZIONE, IN VISTA DEL PROGETTO DI RESTAURO.

PAROLE CHIAVE: RILIEVO LASER SCANNER; RILIEVO INTEGRATO, CERTIFICAZIONE RILIEVO, COMPLESSO RELIGIOSO, CAMMINO DI SANTIAGO

Introduzione

Questo studio nasce da un progetto di ricerca, sviluppato nel biennio 2014/2015 in collaborazione tra l'Università degli studi di Firenze e l'Università Politecnica di Madrid, il cui scopo è lo studio dei sistemi difensivi e religiosi sul Cammino di Santiago di Compostela¹.

Per un primo approccio con il sistema territoriale del percorso verso Santiago, così ricco di magnifici esempi architettonici, è stata presa in esame la cattedrale di Santa Maria La Real a Sasamón, un grande edificio religioso situato nei pressi di Burgos su uno dei tracciati del Cammino che nel tempo ha subito modifiche più volte sia durante la sua prima edificazione sia con interventi di restauro successivi, com'è normale aspettarsi da un edificio esistente almeno dal XII secolo.

Lo studio del monumento nasce in primo luogo dalla reale esigenza di redigere un progetto di restauro e consolidamento dell'intero complesso che da un lato lo metta in sicurezza statica e dall'altro ne permetta la fruizione al visitatore tramite il riallestimento del museo, oggi in parte dismesso.

Unendo competenze diversificate nell'ambito dei vari settori disciplinari interessati è stato possibile soddisfare tale esigenza: come base preliminare per la conoscenza del monumento è stato necessario realizzare una campagna di rilievo laser scanner 3D; con la realizzazione della restituzione architettonica in 2D di piante, sezioni e prospetti dell'edificio sono state realizzate una serie di tavole tematiche per la registrazione delle successive indagini diagnostiche sui degradi, sulla stratigrafia e sui dissesti e deformazioni dei paramenti murari. Queste attività hanno messo in luce le zone più critiche sulle quali sarà necessario intervenire con un progetto di consolidamento. Per completare l'analisi è stato redatto il rilievo strutturale, conducendo una serie d'indagini dirette ed indirette non distruttive.

Alcuni cenni storici

Il complesso ecclesiastico di Santa Maria la Real a Sasamón fa parte di quell'insieme di edifici religiosi spagnoli che costeggiano il cammino per Santiago di Compostela e che per secoli si sono ingranditi e arricchiti grazie ad uno dei percorsi di pellegrinaggio più antichi e famosi d'Europa.

THE INTERVENTION IS AIMED AT THE DESCRIPTION OF THE PROCESS THAT LEADS FROM THE THREE-DIMENSIONAL LASER SCANNER SURVEY TO THE RETURN OF TWO-DIMENSIONAL DRAWINGS, NECESSARY TO ANALYZE THE ARTIFACT; THE CASE STUDY OF THE CATHEDRAL OF SASAMÓN ALLOWS US TO ANALYZE MORE THOROUGHLY THE PROBLEMS CONCERNING THE METRICAL RELIABILITY OF THE SURVEY, THE DATA COLLECTION TO THE DESIGN, FOR THE RESTORATION PROJECT.

KEYWORDS: LASER SCANNER SURVEY; INTEGRATED SURVEY, SURVEY CERTIFICATION, RELIGIOUS COMPLEX, CAMINO DE SANTIAGO

Introduction

This study is one of the first result of a research project, developed in the years 2014/2015 in collaboration between the University of Florence and the Polytechnic University of Madrid, whose purpose is the study of defensive and religious architectural systems on the Camino de Santiago de Compostela¹.

For a first approach to the territorial system of the path to Santiago, so rich in magnificent examples of architecture, it was taken into account the Cathedral of Santa Maria La Real in Sasamón, situated near Burgos on one of the paths of the Way.

It is a large religious building, which over time has undergone changes during its first building and with the successive restorations, as you would expect in an existing building since at least the twelfth century.

The study of the monument comes primarily from the real need to draw up a project for the restoration and consolidation of the entire complex. The design on one hand puts it in a static safety and on the other allows its use to the visitor through the reorganization of the museum today decommissioned part.

Combining diverse expertises in the various disciplines concerned it was possible to meet this need: implementing a 3D laser scanner survey campaign has been necessary as a preliminary basis to understand the monument; with the creation of architectural 2D restitution (plans, sections and elevations of the building) a series of thematic tables for the registration of subsequent diagnostic investigations on degradation, stratigraphy and the instabilities and deformations of the walls have been carried out.

To complete the analysis the structural survey has been drawn up, conducting a series of direct and indirect non-destructive investigations.

A brief history

The church of Santa Maria la Real in Sasamón is one of the Spanish religious buildings along the way to Santiago de Compostela and which for centuries have been enlarged and enriched thanks to one of Europe's oldest pilgrimage routes.

1/ Distinzione delle scansioni effettuate e individuazione delle poligoni: in rosso le principali, in giallo le secondarie, in grigio quelle di raffittimento.
 1/ Distinction of scans performed and identification of the polygon: in red the main, in yellow the secondary, in gray those of densification.



La chiesa, nata in periodo romanico, è stata sede vescovile con titolo di concattedrale insieme alla vicina Burgos tra il 1072 e il 1128 e presenta tutte le caratteristiche architettoniche e decorative tipiche dello stile gotico, il periodo di massimo splendore dell'edificio: archi rampanti, pinnacoli, contrafforti volte a crociera costolonate etc. Trovandosi lungo il Cammino di Santiago, che si sviluppa lungo un asse est ovest, il fronte che per primo si presenta al pellegrino non corrisponde con la facciata: per questo motivo spesso il portale principale si trova nel transetto. Quella che avrebbe dovuto essere la facciata della cattedrale, la parete a ovest, invece non veniva a trovarsi nella posizione privilegiata e di conseguenza era decorata in maniera più sobria. Altre chiese del Cammino, similmente a Sasamón, presentano una facciata di scarso interesse decorativo ed alcune addirittura non hanno portali o aperture come nel caso delle vicine parrocchie di Grijalba e Villalcazar de Sirga.

Al periodo medioevale risale il chiostro, inserito tra il transetto e la navata laterale sinistra, recentemente restaurato e riaperto al pubblico. Nel XV secolo vengono aggiunte alla navata laterale destra 5 cappelle coperte con volte stellate: problemi strutturali portarono il costruttore a sostenerle dal basso con muri di spina, impedendo il passaggio tra le arcate in senso longitudinale.

La cattedrale venne trasformata in rimessa per le truppe francesi durante la guerra d'indipendenza spagnola, allo stesso periodo risale la chiusura dell'accesso alla navata centrale dal transetto. Sempre a cau-

2/ Nuvola dei punti registrata: in rosso i punti delle scansioni fondamentali, in giallo di quelle secondarie, in grigio di quelle di raffittimento; è evidente come già i primi due gruppi di scansioni descrivano nella sua morfologia il complesso.

2/ Registered point cloud: in red the points of the fundamental scans, in yellow the points of the secondary ones, in gray those of densification scans; it is evident as already the first two groups of scans describe the complex in its morphology.



The church, built in the Romanesque period, was a bishopric with the title of co-cathedral along with the nearby Burgos between 1072 and 1128 and presents all the architectural and decorative features typical of the Gothic style, the building's maximum splendor: flying buttresses, pinnacles, buttresses, cross ribbed vaults etc.

Developing along the Camino de Santiago, which runs along an east west, the front of which first presents itself to the pilgrim does not match with the facade, which is why often the main entrance is located in the transept. What should have been the facade of the cathedral, the west wall instead was not placed in a privileged position and consequently was decorated in a more sober manner. Other churches of the Way, similar to Sasamón, have a little interest in decorative facade and some even do not have portals or openings as in the case of the neighboring parishes of Grijalba and Villalcazar de Sirga.

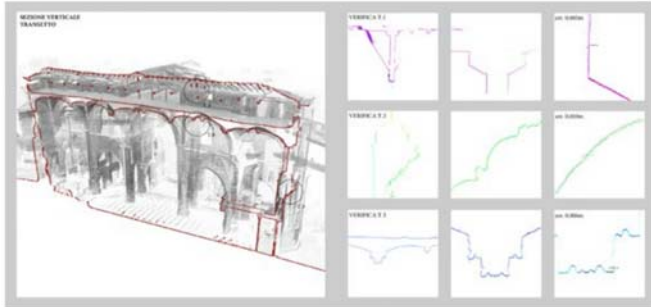
Recently restored and reopened to the public, the cloister dates back to the medieval period; it is inserted between the transept and the left aisle. In the fifteenth century it is added to the south aisle 5 chapels covered with starry vaults: structural problems led the manufacturer to support them from below with plug walls, preventing the passage between the arches in the longitudinal direction.

The cathedral was transformed into a shelter for the French troops during the Peninsular War, in the same period the access to the nave from the transept was closed. Again because of the war it was on fire, making necessary the twentieth century restoration that starting from the transept, which nowadays contains the church, resumed its religious function by replacing the roofs destroyed.

Survey project

Watching those first measurements, made with traditional techniques by UPM students under the supervision of prof. Susana Mora, it was possible to obtain a prior idea of the object and its morphological complexity, in order to design a proper laser scanner campaign strategy.

3/ Il processo di certificazione della nuvola dei punti: nello specifico è analizzata nei suoi punti critici una sezione verticale passante per il transetto.
3/ The process of certification of the point cloud: it is specifically analyzed a vertical section in its critical points.



sa della guerra venne incendiata e saccheggiata, rendendo necessari gli interventi di restauro del XX secolo che a partire dal transetto, che oggi giorno contiene la chiesa, la rimisero in funzione sostituendo le coperture andate distrutte.

Progetto di rilievo

Osservando i primi rilievi, realizzati con metodi tradizionali dagli studenti e collaboratori della prof. Susana Mora, è stato possibile avere un'idea preventiva dell'oggetto di studio e delle sue complessità morfologiche, in modo da poter progettare una corretta strategia di campagna laser scanner.

Il rilievo della cattedrale doveva essere propedeutico alla successiva fase di analisi diagnostica del monumento, cosa che necessariamente obbligava ad ottenere un modello di punti affidabile almeno per la scala di restituzione 1:50: solo a questo livello di dettaglio si sarebbe potuto integrare in maniera esaustiva e comprensibile il *corpus* di informazioni sulle strutture dell'edificio.

L'affidabilità del rilievo doveva essere garantita nonostante l'assenza sul campo della strumentazione topografica, solitamente utilizzata per rimontare con maggior precisione le singole scansioni laser. Il gruppo di rilievo² aveva già sperimentato con buoni risultati lo strumento laser senza l'appoggio di una maglia topografica sul piccolo complesso religioso della Pieve di Romena; a causa della maggiore grandezza e monumentalità tuttavia a Sasamón è stato necessario progettare con più cura un sistema che potesse surrogare la poligonale estremamente accurata della stazione totale.

La missione è stata eseguita con strumento laser a differenza di fase Z+F Imager 5010, le cui principali caratteristiche sono l'elevata portata (fino a 180mt dalla stazione di ripresa) e l'accuratezza del dato.

Le scansioni eseguite sono state suddivise in tre tipologie: fondamentali, secondarie e di raffittimento.

Le scansioni fondamentali vanno a posizionarsi lungo due assi (assi fondamentali) tra loro ortogonali su cui si lega tutto il rilievo: il primo corre longitudinalmente il fronte sud, l'altro entrando nel portale del transetto lo attraversa arrivando fino all'odierno altare celebrativo.

4/ Corretta definizione nella rasterizzazione di una orthoimage.
4/ Correct definition in the rasterization of an orthoimage.

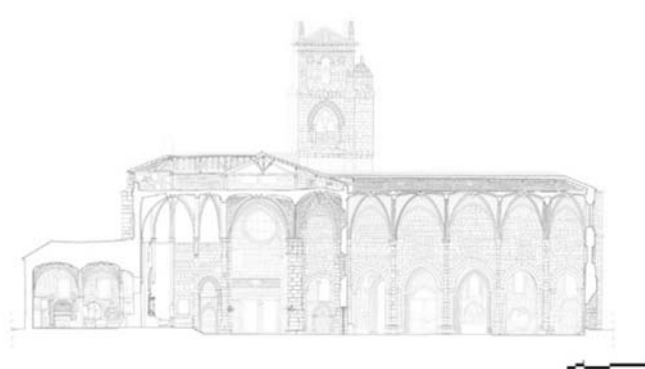
5/ Restituzione della pianta del complesso a filo di ferro.
5/ Restitution of the wireframe plant of the complex.



The survey of the cathedral within the research project was to be a prerequisite to the next stage of diagnostic analysis of the monument, which necessarily obliged to obtain a reliable point cloud at least for the restitution of the building in 1:50 scale: only with this detail the *corpus* of information on the building's structures could be integrated in a comprehensive and understandable way.

The reliability of the survey had to be ensured despite the absence in the field of topographical instrumentation, usually used to refit with greater precision the individual laser scans.

The survey's group had already experienced with good results the laser instrument without the support of a topographical mesh on the



Queste due direttrici sono state scelte perché collegano direttamente tutti gli spazi del complesso; sono accomunate dal riuscire a battere quelli che sono stati definiti “target stabili”³, visibili lungo le postazioni non solo delle scansioni fondamentali ma anche da postazioni chiave all’interno della chiesa e dei sottotetti.

Queste caratteristiche hanno portato a raggiungere una grande accuratezza nel rilievo: per poter battere i target distanti molti metri dalla postazione laser sono state sfruttate le potenzialità dello scanner, il quale, grazie ad un miglioramento del software interno rispetto al modello precedentemente in commercio, permette facilmente di eseguire raffittimenti su porzioni della scansione; nel caso specifico sono stati effettuati sui target, in modo da acquisire le aree necessarie a garantire la precisione delle registrazioni delle nuvole in maniera molto dettagliata⁴ e contemporaneamente da non aggravare ulteriormente il peso delle informazioni del database⁵.

Le scansioni secondarie sono servite a chiudere le poligonali di scansioni all’asse fondamentale in modo da compensare l’errore ottenuto: all’esterno completano il percorso intorno all’edificio mentre all’interno formano un anello che congiunge transetto, navata e chiostro. Le scansioni di raffittimento, infine, completano il rilievo eliminando i coni d’ombra rimanenti sul modello.

Il rilievo composto in tutto da 345 scansioni laser scanner è stato così ripartito: 15 scansioni formano gli assi fondamentali, 30 completano la poligonale ed altre 300 servono per completare il rilievo. 45 postazioni in sintesi descrivono morfologicamente l’edificio e creano la rete su cui montare la nuvola di punti, evitando in questo modo di accumulare nel processo di registrazione errori consistenti⁶.

Registrazione e certificazione

Il database ricavato dopo circa una settimana di lavoro sul campo ammontava a 145 Gb, un dato di dimensioni considerevoli che necessita di una gestione ordinata e schematica in tutte le fasi di elaborazione per evitare perdite di informazioni.

Dopo le preliminari operazioni di filtraggio le nuvole di punti sono state “pulite”; successivamente si è iniziato il processo di registrazione della nuvola di punti; come prima operazione sono stati aggiunti alle 345 Scanworld i codici alfanumerici identificativi dei target a

small religious complex of the Pieve di Romena²; however, because of the greater dimension and monumentality in Sasamón, it was necessary to plan more carefully a system that could substitute for the highly accurate polygonal Total Station.

The mission was carried out with Z + F Imager 5010 laser instrument, whose main features are its high range capacity (up to 180mt from the shooting station) and the accuracy of the data.

The scans were divided into three types: basic, secondary and densification.

The basic scans are positioned along two axes (main axes) perpendicular to each other on which it binds the survey: the first runs lengthwise on the southern front, the other, entering the portal of the transept crosses, comes up to today’s celebratory altar.

These two lines were chosen because they link directly to all the areas of the complex; they are both able to hit those who have been called “stable target”³, visible not only along the fundamental scans stations but also from the key positions within the church and attics.

These characteristics led to achieve a high accuracy in the survey: in order to hit the targets distant several meters from the laser station the potential of the scanner have been exploited, which, thanks to an improvement in the domestic software compared to the previous model on the market, allows you to easily perform densification in some portions of the scan; in this specific case they were carried out on the targets, in order to acquire the areas which are necessary to ensure the accuracy of the clouds recordings in a very detailed way⁴ and at the same time not to further aggravate the weight of the database information⁵.

Secondary scans have been used to close the polygonal of scans to compensate for the error obtained: on the outside they complete the path around the building and inside they form a ring that connects the transept, the nave and cloisters.

The densification scans, finally, complete the survey by eliminating the remaining shadows on the model.

The survey composed of 345 laser scanner scans was as follows: 15 scans form the fundamental axis, 30 complete the polygon and other 300 are used to complete the survey. 45 stations in the synthesis describe morphologically the building and create the network necessary



centro di massa necessari per il riconoscimento dei punti omologhi tra le nuvole.

Subito dopo sono state registrate le scansioni seguendo la suddivisione adottata nel progetto di rilievo: per prime sono state riunite le fondamentali, creando gli assi portanti; subito dopo sono state chiuse le poligonali di scansioni aggiungendo le secondarie, ottenendo in questo modo la rete di scansioni di supporto al rilievo; per ultime sono state inserite quelle di raffittimento necessarie a densificare il dato.

Per garantire la corretta esecuzione della registrazione sono state adottate delle regole per la tolleranza dell'errore sul singolo target; dove invece due nuvole si sovrapponevano con una percentuale superiore al 20% la prima registrazione sui target serviva come pre-allineamento che veniva successivamente migliorato con il sistema cloud-to-cloud.

L'affidabilità della registrazione non può essere garantita dal solo errore metrico espresso dal software ma deve essere verificata dall'utente: nel caso specifico di Sasamón è stato controllato che la sovrapposizione delle superfici delle nuvole non si discosti mai per più di quanto tollerato dalla scala di restituzione 1:50, analizzando gli spostamenti nelle sezioni sia verticali che orizzontali nei punti ritenuti più critici come zone elevate, modanature, spigoli etc. Questa fase detta certificazione del rilievo laser scanner è stata meticolosa ma necessaria e il risultato, più che soddisfacente non ha portato ad errori maggiori di 1 cm su tutto il complesso nello slittamento delle sezioni.

Dal rilievo 3D all'elaborato bidimensionale

Una volta verificata l'affidabilità del modello tridimensionale, si è potuto impostare i piani di sezione necessari per la lucidatura delle sezioni orizzontali e verticali; per agevolare la gestione della nuvola e permettere il caricamento di punti sufficienti a descrivere le superfici nella loro matericità, si è rivelato utile suddividere il modello 3D per livelli, uno per scansione effettuata, di modo da caricare solamente le porzioni di nuvole occorrenti di volta in volta nella visualizzazione⁷.

Per portare il rilievo in ambiente CAD si è provveduto dopo la sezione del modello ad inquadrare le varie porzioni del prospetto a scher-

to mount the point cloud, avoiding in this way to accumulate substantial errors in the registration process⁶.

Registration and certification

The database obtained after about a week of work on the field amounted to 145 GB; this is a considerable size that requires an orderly and schematic management in all the processing steps to avoid loss of information.

After the preliminary filtering operations, the point cloud was "cleaned"; then the process of registration of the point cloud started; first were added to 345 Scanworld the identifying alphanumeric codes of the targets necessary for the recognition of homologous points in the clouds.

Then the scans were recorded following the subdivision adopted in the major project: at first the fundamental scans were grouped together; after that the polygonal of scans was closed adding the secondary scans, obtaining in this way the network that support the survey; at last those necessary to densify the data were included.

To ensure the proper performance of the registration some rules have been adopted considering the tolerance on a single target; where two clouds instead overlapped with a percentage higher than 20%, the first registration, based on the targets, was used as a preliminary alignment that was later enhanced with the cloud-to-cloud system.

The reliability of the registration can not be guaranteed by the metric error expressed by the software, it has to be verified by the user: in this specific case it has been checked that the overlap of the surfaces of the clouds never deviates for more than 1,5 cm, analyzing the movements in both vertical and horizontal sections at the most critical points such as elevated areas, moldings, corners etc.

This phase, known as certification of the laser scanner survey, was meticulous but necessary and the result, more than satisfactory has not led to more than 1 cm errors in the slippage of the sections of the whole complex.

From the 3D to the two-dimensional drawing

Once verified the reliability of the three-dimensional model, you can set the section plans necessary for the drawing of the horizontal and vertical sections; in order to facilitate the management of the cloud and to allow loading points sufficient to describe the surfaces, it has

mo e a rasterizzarle in orthoimage; in questo modo si sono create le immagini 2D che mosaicate sul foglio da disegno riproducono l'intera sezione.

Per la corretta definizione delle schermate si è mantenuto il rapporto di almeno 2 pixel per centimetro di fronte inquadrato: valori più bassi non garantiscono il dettaglio necessario per la restituzione in scala 1:50, mentre valori più alti porterebbero a una definizione troppo alta rispetto alle potenzialità delle scansioni effettuate, ottenendo immagini con punti troppo distanti tra loro che rendono difficile la interpretazione dell'oggetto architettonico.

Il disegno è stato realizzato su fogli CAD normalizzati, divisi per layer differenti a seconda del significato del segno, distinguendo così sia a livello semantico che a livello grafico ad esempio le linee di sezione rispetto alle linee di proiezione di primo e secondo piano; la proiezione di oggetti come pietre e conci, rispetto a infissi o vegetazione.

Per la restituzione dei fotopiani, sono state sperimentate le tecnologie SfM che hanno facilitato la restituzione di particolari architettonici densi di decorazioni, difficilmente rilevabili con il solo strumento laser.

Quest'operazione e lo studio sull'affidabilità delle nuvole e dei modelli ricavabili da fotografie aprono scenari interessanti verso la realizzazione di rilievi integrati di alta precisione.

proved useful to divide the 3D model into levels, one for each scan, so as to load only the necessary portions of clouds in the view⁷.

To bring the model in the CAD environment, steps were taken after the section of the 3D to frame the various portions of the prospectus screen and their rasterization in orthoimage; in this way the 2D images, that first create a mosaic on the drawing sheet in order to reproduce the entire section, are obtained.

For the correct definition of the screenshots it was decided to maintain the ratio of at least 2 pixels per centimeter: lower values do not guarantee the necessary detail for the scale 1:50, while higher values lead to a too high definition compared to the potential of scans carried out, obtaining images where it is difficult to interpret the architectural object. The drawing was made on standard CAD sheets, divided by different layers depending on the meaning of the graphic sign, in order to distinguish the section lines from the projection lines or the projection of objects such as stones and blocks, compared to fixtures or vegetation both at the semantic and at the graphic level.

For the return of texturized orthoimage, SfM technologies have been tried, that have facilitated the return of dense architectural details and decorations: these were difficult to detect with the laser instrument.

This operation and the study on the reliability of the clouds and the models obtained from photographs open more and more interesting scenarios toward the achievements of high precision integrated survey.

Note

¹ I responsabili del progetto di ricerca sono Stefano Bertocci e Giovanni Minutoli per l'Università di Firenze, Susana Mora per l'Università Politecnica di Madrid.

² Composto dallo scrivente e coordinato sul campo dal prof. Giovanni Pancani.

³ Target a centro di massa montati su supporti plastificati in modo da poter resistere ai cambiamenti meteorologici durante tutto il periodo di rilievo.

⁴ Il raffittimento dei target ne comporta una maglia di punti più fitta, così da evitare errori di rototraslazione che seppur minimi su un edificio così grande avrebbero portato ad imprecisioni non accettabili per la scala di restituzione.

⁵ Per un edificio di tali dimensioni ha raggiunto i 145GB e sarebbe più che raddoppiato aumentando la densità delle scansioni utili.

⁶ Invece di accumulare errore su 345 registrazioni, con 45 rototraslazioni si ottiene un modello generale: le successive 300 registrazioni non andranno a modificare la base di rilievo ottenuta ma completeranno il dato.

⁷ Quest'operazione è fondamentale nella gestione di database di grandi dimensioni.

Notes

¹ Those in charge of the research project are Bertocci Stefano and Giovanni Minutoli for the University of Florence, Susana Mora for the Polytechnic University of Madrid.

² Composed by the writer and coordinated in the field by prof. Giovanni Pancani.

³ black and white targets mounted on plasticized supports so as to be able to withstand the weather changes during the whole survey period.

⁴ The densification of targets involves a more dense mesh of points, so as to avoid rotational translation errors that even the minimum of such a large building would lead to unacceptable inaccuracies for the restitution scale.

⁵ For a building of this size it has reached 145GB and it would be more than doubled by increasing the density of useful scans.

⁶ Instead of accumulating error of 345 recordings, with 45 rototranslations you get a general pattern: the next 300 records will not change the basic survey obtained but they will complete the data.

⁷ This is vital in the management of large database.

Bibliografia - Bibliography

Bertocci Stefano, Bini Marco, 2012, Manuale di Rilevamento Architettonico ed Urbano. Torino

Bertocci Stefano, Minutoli Gianni, Pancani Giovanni, Mora Susanna, 2015, Complessi religiosi e sistemi difensivi sul Cammino di Santiago de Compostela: rilievi ed analisi per la valorizzazione e il restauro della cattedrale di Santa Maria La Reála Sasamón

Bertocci Stefano, Minutoli Gianni, Pancani Giovanni, Rilievo tridimensionale e analisi dei dissesti della Pieve di Romena, in *Disegnare con*, 8/14-gennaio2015, <http://www.disegnarecon.univaq.it>.

Docci Mario, Gaiani Marco, Maestri Diego, *Scienza del disegno*. Torino

Docci Mario, Maestri Diego, 2010, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Laterza, Bari