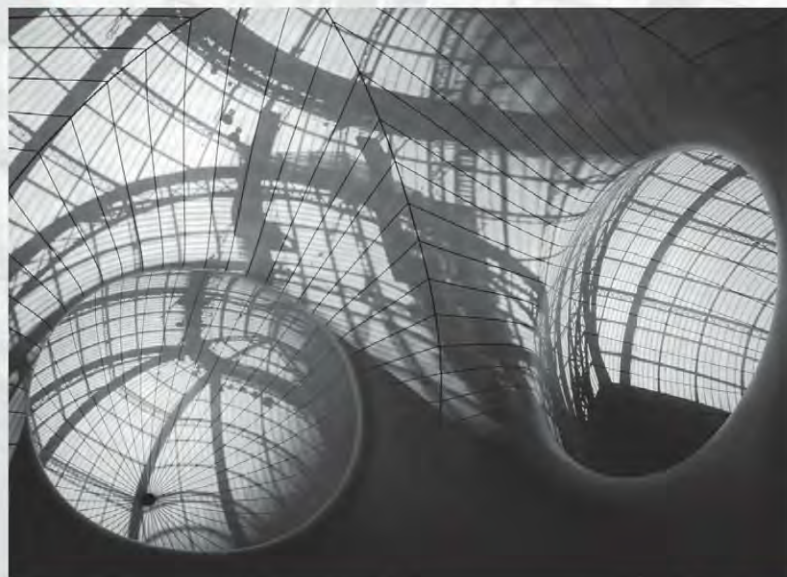


Unione Italiana per il **D**isegno

UID
NAPOLI **2017**
14-15-16 SETTEMBRE

**TERRITORI E FRONTIERE
DELLA RAPPRESENTAZIONE**
TERRITORIES **AND** FRONTIERS
OF REPRESENTATION



39° CONVEGNO
INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE
DELLA RAPPRESENTAZIONE


GANGEMI EDITORE[®]
INTERNATIONAL

39° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
QUATTORDICESIMO CONGRESSO UID – NAPOLI 14 • 15 • 16 SETTEMBRE 2017

Comitato Scientifico internazionale / International Scientific Committee

Caroline Astrid Bruzelius, *Duke University - USA*
Glauca Augusto Fonseca, *Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile*
Pedro-Manuel Cabezas Bernal, *Universitat Politècnica de Valencia - Spagna*
Fabiana Carbonari, *Universidad Nacional de La Plata - Argentina*
Gabriel H. Defranco, *Universidad Nacional de La Plata - Argentina*
Livio De Luca, *CNRS Map-Gamsau - Francia*
Yibing Fang, *Chinese Academy of Science - Repubblica Popolare Cinese*
Roberto Ferraris, *Universidad Nacional de Córdoba - Argentina*
José Antonio Franco Taboada, *Universidad de Coruña - Spagna*
Ángela García Codoñer, *Universitat Politècnica de Valencia - Spagna*
Pedro Antonio Janeiro, *Universidade de Lisboa - Portogallo*
Michael John Kirk Walsh, *Nanyang Technological University - Singapore*
Jacques Laubscher, *Tshwane University of Technology - Sudafrica*
Cornelie Leopold, *Technische Universität Kaiserslautern - Germania*
Carlos Montes Serrano, *Universidad de Valladolid - Spagna*
Javier Mosteiro, *Universidad Politécnica de Madrid - Spagna*
Pilar Chías Navarro, *Universidad de Alcalá - Spagna*
Pablo José Navarro Esteve, *Universitat Politècnica de Valencia - Spagna*
Guillermo Peris Fajarnes, *Universitat Politècnica de Valencia - Spagna*
José Ignacio Rojas Sola, *Universidad de Jaén - Spagna*
Carlos de San Antonio Gómez, *Universidad Politécnica de Madrid - Spagna*

Comitato Scientifico nazionale / National Scientific Committee

Piero Albisinni, *"Sapienza" Università di Roma*
Fabrizio Apollonio, *Università di Bologna*
Salvatore Barba, *Università di Salerno*
Paolo Belardi, *Università di Perugia*
Stefano Bertocci, *Università di Firenze*
Carlo Bianchini, *"Sapienza" Università di Roma*
Massimiliano Campi, *Università di Napoli "Federico II"*
Vito Cardone, *Università di Salerno*
Mario Centofanti, *Università dell'Aquila*
Emanuela Chiavoni, *"Sapienza" Università di Roma*
Michela Cigola, *Università di Caserta e del Lazio Meridionale*
Alessandra Cirafici, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*

©

Proprietà letteraria riservata
Gangemi Editore spa
Via Giulia 142, 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

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI SETTEMBRE 2017
www.gangemieditore.it

ISBN 978-88-492-3507-4

In copertina: Anish Kapoor, Leviathan, opera realizzata in occasione di Monumenta 2011, Parigi Grand Palais (11 maggio - 23 giugno 2011)

Antonio Conte, *Università della Basilicata*
Antonella Di Luggo, *Università di Napoli "Federico II"*
Mario Docci, *"Sapienza" Università di Roma*
Francesca Fatta, *Università Mediterranea della Calabria*
Riccardo Florio, *Università di Napoli "Federico II"*
Paolo Giandebaggi, *Università di Parma*
Andrea Giordano, *Università di Padova*
Paolo Giordano, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Elena Ippoliti, *"Sapienza" Università di Roma*
Francesco Maggio, *Università di Palermo*
Anna Marotta, *Politecnico di Torino*
Lia M. Papa, *Università di Napoli "Federico II"*
Adriana Rossi, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Livio Sacchi, *Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara*
Rossella Salerno, *Politecnico di Milano*
Alberto Sdergno, *Università di Trieste*
Ornella Zerlenga, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*

Peer reviewer internazionali / International peer reviewer

Luis Agustín Hernández, *Universidad de Zaragoza - Spagna*
Antonio Alvaro Tordesillas, *Universidad de Valladolid - Spagna*
Wilson Barbosa Alves, *Universidade Paulista, Brasile*
Tamara Blanes Martín, *ICOMOS - Cuba*
Eduardo Carazo Lefort, *Universidad de Valladolid - Spagna*
Juan José Fernández Martín, *Universidad de Valladolid - Spagna*
Horacio José Gnemmi Bohogu, *Universidad Nacional de Córdoba - Argentina*
Jean-Pierre Goulette, *École Nationale d'Architecture de Toulouse - Francia*
Arivaldo Leão De Amorim, *Universidade Federal da Bahia - Brasile*
Jorge Llopis Verdí, *Universitat Politècnica de Valencia - Spagna*
Hector Lomonaco, *Universidad Nacional de Rosario - Argentina*
Ramón Maestre López-Salazar, *Universidad de Alicante - Spagna*
Carlos L. Marcos, *Universidad de Alicante - Spagna*
Elena Merino Gómez, *Universidad Nebrija de Madrid - Spagna*
Andrey Razin, *People's Friendship University of Russia - Russia*
Karen Sanabria Ortega, *Universidad Tecnológica de La Habana - Cuba*
José Juan De Sanjosé Blasco, *Universidad de Extremadura - Spagna*
Aurelio Vallespín Muniesa, *Universidad de Zaragoza - Spagna*
Lluís Villanueva Bartrina, *Universitat Politècnica de Catalunya - Spagna*

Peer reviewer nazionali / National peer reviewer

Fabrizio Agnello, *Università di Palermo*
Giuseppe Amoroso, *Politecnico di Milano*
Marinella Arena, *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Barbara Aterini, *Università di Firenze*
Laura Baratin, *Università di Urbino "Carlo Bo"*
Piero Barlozzini, *Università del Molise*
Cristiana Bedoni, *Università di Roma Tre*
Marco Giorgio Bevilacqua, *Università di Pisa*
Fabio Bianconi, *Università di Perugia*
Enrica Bistagnino, *Università di Genova*
Antonio Bixio, *Università della Basilicata*
Maura Boffito, *Università di Genova*
Maria Malvina Borgherini, *Università Iuav di Venezia*
Stefano Brusaporci, *Università dell'Aquila*
Adele Carla Buratti, *IULM di Milano*
Mara Capone, *Università di Napoli "Federico II"*
Laura Carlevaris, *"Sapienza" Università di Roma*
Massimiliano Ciammaichella, *Università Iuav di Venezia*
Luca Cipriani, *Università di Bologna*

Luigi Cocchiarella, *Politecnico di Milano*
Daniele Colistra, *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Romolo Continenza, *Università dell'Aquila*
Dino Coppo, *Politecnico di Torino*
Giuseppe D'Acunto, *Università Iuav di Venezia*
Laura De Carlo, *"Sapienza" Università di Roma*
Roberto De Rubertis, *"Sapienza" Università di Roma*
Aldo De Sanctis, *Università della Calabria*
Edoardo Dotto, *Università di Catania*
Maria Linda Falcidieno, *Università di Genova*
Federico Fallavollita, *Università di Bologna*
Patrizia Falzone, *Università di Genova*
Giorgio Garzino, *Politecnico di Torino*
Fabrizio Gay, *Università Iuav di Venezia*
Gaetano Ginex, *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Manuela Incerti, *Università di Ferrara*
Laura Inzerillo, *Università di Palermo*
Mariangela Liuzzo, *Università di Enna "Kore"*
Massimiliano Lo Turco, *Politecnico di Torino*
Giovanna Massari, *Università di Trento*
Giampiero Mele, *Università eCampus*
Barbara Messina, *Università di Salerno*
Riccardo Migliari, *"Sapienza" Università di Roma*
Roberto Mingucci, *Università di Bologna*
Giuseppa Novello, *Politecnico di Torino*
Alessandra Pagliano, *Università di Napoli "Federico II"*
Caterina Palestini, *Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara*
Sandro Parrinello, *Università di Pavia*
Giulia Pellegri, *Università di Genova*
Paola Puma, *Università di Firenze*
Fabio Quici, *"Sapienza" Università di Roma*
Michela Rossi, *Politecnico di Milano*
Salvatore Santuccio, *Università di Camerino*
Giovanna Spadafora, *Università di Roma Tre*
Roberta Spallone, *Politecnico di Torino*
Giacinto Taibi, *Università di Catania*
Camillo Trevisan, *Università Iuav di Venezia*
Maurizio Unali, *Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara*
Graziano Mario Valenti, *"Sapienza" Università di Roma*
Rita Maria Francesca Valenti, *Università di Catania*
Cesare Verdoscia, *Politecnico di Bari*
Chiara Vernizzi, *Università di Parma*
Andrea Zerbi, *Università di Parma*

Comitato Organizzatore / Organizing Committee

Salvatore Barba, Massimiliano Campi, Mara Capone,
Paolo Cerotto, Alessandra Cirafici, Pierpaolo D'Agostino,
Teresa Della Corte, Antonella di Luggo, Riccardo Florio,
Paolo Giordano, Barbara Messina, Alessandra Pagliano,
Daniela Palomba, Lia Maria Papa, Maria Ines Pascariello,
Manuela Piscitelli, Adriana Rossi, Ornella Zerlenga

Gruppo Operativo / Staff Operative

Barbara Ansaldi, Giuseppe Antuono, Davide Barbato, Raffaele
Cauogno, Valeria Cera, Vincenzo Cirillo, Luigi Corniello,
Emanuela De Feo, Fausta Fiorillo, Domenico Iovane, Emanuela
Lanzara, Fatima Melis, Roberta Montella, Margherita Pulcrano,
Simona Scandurra, Angelo Triggianese, Vito Maria Benito Zozza

Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination

Antonella di Luggo, Ornella Zerlenga

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.

**TERRITORI E FRONTIERE
DELLA RAPPRESENTAZIONE
TERRITORIES AND FRONTIERS
OF REPRESENTATION**

A CURA DI
**ANTONELLA DI LUGGO, PAOLO GIORDANO,
RICCARDO FLORIO, LIA MARIA PAPA, ADRIANA ROSSI,
ORNELLA ZERLENGA, SALVATORE BARBA,
MASSIMILIANO CAMPI, ALESSANDRA CIRAFICI**

GANGEMI EDITORE®
INTERNATIONAL

collana

UID *per il disegno*

volumi già pubblicati:

Territori e frontiere della rappresentazione. 2017 ISBN 9788849235074

Le ragioni del Disegno. 2016 ISBN 9788849232950

Disegno & Città. 2015 ISBN 9788849231243

Italian survey & international experience. 2014 ISBN 9788849229158

Patrimoni e Siti UNESCO. Memoria, Misura e Armonia. 2013 ISBN 9788849227284

Elogio della teoria. Identità delle discipline del disegno e del rilievo. 2012 ISBN 9788849225198

Indice

- XVII Prefazione
Preface
Vito Cardone, Presidente UID
1. **TERRITORI E FRONTIERE DEL DISEGNO:
TEORIE, PRINCIPI, MAESTRI**
*TERRITORIES AND FRONTIERS OF DRAWING:
THEORIES, PRINCIPLES, MASTERS*
- 3 Verso quale rappresentazione?
What representation does?
Roberto de Rubertis
- 7 Vuelta al mapa. Nuevas estrategias arquitectónicas sobre el terreno
Back to the map. New architectural strategies on landscape
*Mariasun Salgado de la Rosa, Javier Francisco Raposo Grau,
Belén Butragueño Díez-Guerra*
- 13 Il disegno tridimensionale di architettura, tra tradizione e innovazione,
come espressione di creatività e strumento di prefigurazione e comunicazione
dell'idea progettuale
The three-dimensional drawing of architecture, between tradition and
innovation, as an expression of creativity and tool foreshadowing and
communicating the project
Chiara Vernizzi
- 21 Il disegno di progetto nel Sarasota School of Architecture movement
Project drawing in the Sarasota School of Architecture movement
Pasquale Tunzi
- 27 La conquista dello spazio prospettico tra pop-up e modellazione
Conquering perspective between pop-up and modelling
Cristina Cándito
- 33 Dibujos y modelos para la construcción de las obras reales en España
Drawings and models in the construction of the royal sites in Spain
Pilar Chías Navarro, Tomás Abad Balboa
- 41 Il disegno a fil di spada
Drawing the sword
Tiziana Abate
- 47 Gli ordini architettonici nel Rinascimento e Albrecht Dürer
The architectural orders in Renaissance and Albrecht Dürer
Veronica Fazzina, Agatino Bisicchia
- 53 Una interpretazione inedita delle metafore del *Brouillon Projet*
A singular interpretation of metaphors of *Brouillon Projet*
Marco Fasolo, Valeria Talarico
- 59 Verso una Morfologia degli Artefatti: da Monge a Petitot, la geometria
descrittiva dopo la geometria descrittiva
Towards a Morphology of Artifacts: from Monge to Petitot, the descriptive
geometry after the descriptive geometry
Fabrizio Gay
- 67 Fra i disegni di Carlo Mollino. Modelli digitali ricostruttivi di architetture non
realizzate
Between Carlo Mollino's drawings. Reconstructive digital models of unbuilt
architectures
Roberta Spallone
- 75 La città s/velata. Segni e simboli dal passato. Paradigmi del futuro
The re/veiled city. Signs and symbols from the past. Paradigms of the future
Daniele Calisi
- 83 El portal de Quart. Tradición propia e inventiva en la arquitectura valenciana
del S XV
Quart gateway. 15th century own tradition and inventive at Valencian
architecture
Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve, Hugo Barros Costa
- 91 El imaginario arquitectónico transformado. Desvíos desde el rendering.
Desbios 3.0
The architectural imaginary transformed. Deviations from the rendering.
Desbios 3.0
Enrique Solana Suárez, Elsa Gutiérrez Labory
- 95 La representación de construcciones bíblicas en la iconografía de la
Antigüedad Tardía
La representación de construcciones bíblicas en la iconografía de la
Antigüedad Tardía
González Pérez, F^{co} Javier, Millán-Gómez, Antonio
- 101 Le metamorfosi della rappresentazione: rappresentare l'immaginario
The Metamorphoses of Representation: representing the imaginary
Cristiana Bartolomei, Alfonso Ippolito
- 107 La transparencia fenomenal en Mies van der Rohe: del collage a la percepción
del espacio
Phenomenal transparency in Mies van der Rohe: from collage to the perception
of space
*Vallespín Muniesa, Aurelio; Cervero Sánchez, Noelia; Cabodevilla-Artieda,
Ignacio, Ricardo Santonja*
- 113 Il rilievo nelle facoltà di architettura ed ingegneria: dalla riscoperta
all'evoluzione
The survey in the faculty of architecture and engineering: from rediscovery to
evolution
Guido Guidano
- 123 Rilievo e analisi dell'architettura mediante dispositivi figurativi complessi
Survey and analysis of architecture through complex figurative devices
Aldo De Sanctis, Giuseppe Fortunato, Antonio Agostino Zappani
- 133 Le prospettive illusorie nella stanza-giardino del Palazzo Pubblico di Bologna
The illusory perspective in the garden-room of the Public Palace in Bologna
Giuseppe Amoruso, Andrea Manti
- 141 (Di) Segni di pietra sul duomo di Terni. Dai tracciati di cantiere ai modelli
digitali.
Stone Tracings on the Terni cathedral. From Worksite Tracing to Digital Models.
*Martina Atteni, Michele Bennucci, Carlo Bianchini, Valeria Caniglia,
Marika Griffo,
Carlo Inglese, Alfonso Ippolito*
- 149 Foglio bianco/Schermo nero. Riflessioni sul cambiamento
White Sheet/Black Screen. Reflections on Change
Franco Cervellini

- 155 **Illusione e scenografia in Andrea Pozzo nel Salone delle Feste di palazzo Contucci a Montepulciano**
Illusion and scenography by Andrea Pozzo in the *Salone delle Feste* in palazzo Contucci in Montepulciano.
Giuseppe Antuono
- 163 **Verso una rappresentazione della complessità: le mappe concettuali fra tradizione e innovazione**
Towards a representation of the complexity: the conceptual maps of tradition and innovation
Alessia Maiolatesi
- 173 **Immagine e matematica: "illuminare la mente e formare l'idea"**
Image and mathematics: "to enlighten the mind and form the idea"
Cristina Pellegata
- 181 **El problema de la representación aplicada al dibujo arquitectónico en la obra de Nelson Goodman**
The issue of representation applied to architectural drawing techniques in the work of Nelson Goodman
Ángel Allepuz Pedreño
- 191 **Navigating in rivers of ink. The search for poetic typologies in the architecture of Lebbeus Woods**
Bernardo da Silva Vieira
- 201 **I poliedri regolari e semi-regolari tra storia, teorie e nuove frontiere della rappresentazione**
Regular and semi-regular polyhedrons between history, theories and new frontiers of representation
Cosimo Monteleone
- 209 **Le frontiere del disegno per gli Archivi di Architettura**
The drawing borders for Architecture Archives
Caterina Palestini
- 221 **El dibujo como arma pedagógica. Los cuadernos de Paul Klee**
The drawing as a pedagogical weapon. Paul Klee's sketchbooks
José de Coca Leicher
- 229 **Lo spazio rivelato della pala di Santa Giustina di Girolamo Romani**
The unveiled space of Santa Giustina altarpiece by Girolamo Romani
Alessio Bortot
- 237 **Lo 'strano caso' di Francesco Autoriello: prospettiva, ombre e riflessi nella trattatistica napoletana di fine Ottocento**
The 'unusual case' of Francesco Autoriello: perspective, shadows and reflections in the late nineteenth century Neapolitan treatises
Antonio Calandriello
- 243 **Dibujando las huellas gráficas de Louis Kahn en Amalfi**
Drawing Louis Kahn's graphic footprints at Amalfi
Hugo Barros Costa, Pablo Navarro Camallonga
- 251 **Tipologie di vuoti nelle architetture di sottrazione tradizionali e contemporanee. Il disegno come strumento di rappresentazione e interpretazione delle strategie di composizione dello spazio**
Types of voids in traditional and contemporary carved architectures. Drawing as a tool of representation and interpretation of the space compositional strategies.
Maria Bruna Pisciotto, Valentina Spataro
- 263 **An Ecological Approach to Architectural Drawing**
Carlos Montes Serrano, Marta Alonso Rodríguez
- 267 **Principi proiettivi alla base della prospettiva solida nella scenografia di Guidobaldo del Monte**
Projective principles at the basis of relief perspective in scenography of Guidobaldo del Monte
Leonardo Baglioni, Marta Salvatore
- 277 **La rappresentazione come creazione di luoghi dell'immaginario**
The representation as creation of imaginary places
Manuela Piscitelli
- 285 **Il significato della precisione. Valenze semantiche nell'accuratezza del tratto**
A meaning of precision: semantic value of sign accuracy
Daniele Giovanni Papi, Franco Forzani Borroni
- 293 **Dimensione digitale e cultura del modello per la comunicazione del progetto di architettura**
Digital dimension and culture of models for the communication of architectural design
Marco Vitali
- 301 **"Istruzioni diverse di modelli e forme del salire". La scala fra teoria, principi e maestri**
"Different instructions of the going up models and shapes". The staircase between theory, principles and masters.
Vincenzo Cirillo
- 311 **Visual recursive systems in designing of the Hutsul ornaments for flat surfaces**
Kuznetsova Iryna, Us Viktoriia, Heher Anna
- 315 **Tra rilievo ed invenzione: il disegno per il restauro nella Sardegna di fine Ottocento**
Between survey and invention: the drawing for restoring activity during the late XIX century in Sardinia
Gabriela Frullo
- 323 **La rappresentazione delle progressioni spaziali, tra prospettiva statica e prospettiva dinamica. Gli spazi di transizione nel *Danteum***
The representation of the spatial progressions, between static and dynamic perspective. Transition spaces in *Danteum*
Riccardo Florio, Teresa Della Corte, Fatima Melis
- 331 **I limiti del controllo. Scienza della rappresentazione e modelli politici all'inizio del terzo millennio**
The limits of control. Science of representation and political models at the beginning of the Third Millennium
Francesco Bergamo
- 339 **L'apoteosi di Venezia di Paolo Veronese: restituzione prospettica e ricostruzione digitale dell'architettura**
The apotheosis of Venice by Paolo Veronese: perspective restitution and digital reconstruction of the architecture
Silvia Masserano, Alberto Sdegno
- 347 **L'antico come territorio per ripensare la città. Il rilievo critico e l'analisi urbana nell'opera e nel pensiero di Raffaele Panella**
Heritage as a territory to rethink the city. The critical survey and urban analysis in the work and thought of Raffaele Panella
Maria Onorina Panza

- 353 Il disegno dello spazio fisico e dello spazio mentale dei bambini. Due pensieri sul disegno a confronto: lo spazio mentale bianco della Spielrein e lo spazio fisico, il libero mondo esterno, della Montessori
The children's drawing of physical space and mental space. Two thoughts on the drawing in comparison: Spielrein's white mental and physical space, the free outside world of Montessori
Rosario Marrocco
- 365 La rappresentazione al tempo di Enrico Pellegrini
The representation in the period of Enrico Pellegrini
Fabris Nadia
- 371 A case study using the overlapping territories between architecture and fashion to study architectural precedent
Jacques Laubscher, Pieter Greyvensteyn
- 377 Kazuo Shinohara, su producción gráfica y escrita en Rizzoli
Kazuo Shinohara, his written and graph production in Rizzoli
Luis San Filippo

2. *TERRITORI E FRONTIERE DELLA RICERCA* *TERRITORIES AND FRONTIERS OF RESEARCH*

- 387 I contributi del Focus "Territori e frontiere della Ricerca"
The contributions of Focus "Territories and frontiers of Research"
Mario Centofanti
- 399 Marco teórico-conceptual para la enseñanza de los sistemas de representación gráfica en Argentina
Theoretical framework for teaching graphical representation systems in Argentina
Micaela Pleitavino, Marcela Cioccale, Juan Pablo Panero
- 407 Piazza Augusto Imperatore tra stratificazioni antropiche e successioni temporali. Lettura e conoscenza dello spazio urbano
Piazza Augusto Imperatore between man-made stratifications and time periods. Interpreting and understanding the urban space
Maria Grazia Cianci, Sara Colaceci
- 415 Metodi storico-grafici di conoscenza per l'architettura: l'opera di Ottaviano Mascherino a Manziana
Historic-graphic Methods of Knowledge in Architecture: the Works of Ottaviano Mascherino in Manziana
Matteo Flavio Mancini, Giovanna Spadafora, Saverio Sturm
- 425 Sotto il segno di Bisanzio: memorie e segni identitari nella rappresentazione del patrimonio culturale calabrese. Il caso di *Africo Antico*
Under sign of Byzantium: memories and signs of identity in representation of calabrian heritage. The case of *Ancient Africo*
Chiara Pietropaolo
- 439 Disegnare un albero (di olivo)
Drawing a (olive) tree
Fabio Bianconi, Marco Filippucci
- 451 Architetture nel cassetto
Architectures in the drawers
Francesco Maggio
- 459 Gustavo Pulitzer Finali. Interpretazioni grafiche di una "Villa sul mare", 1930
Gustavo Pulitzer Finali. Graphic interpretation of a "Villa by the sea", 1930
Starlight Vattano
- 469 La scultura digitale alla ricerca di un'identità nella rete
Digital moulding looking for a web address
Matteo Giuseppe Romanato
- 477 Il disegno delle città
Drawing the cities
Livio Sacchi
- 487 Il rilievo dell'altare di San Francesco di Paola nella chiesa di Santa Croce a Lecce
The survey of the Altar of Saint Francesco di Paola in the church of Santa Croce in Lecce
Gabriele Rossi
- 495 Biagio Rossetti e la tradizione del bugnato a punta di diamante: geometrie e misure a confronto. Dal rilievo alla comunicazione
Biagio Rossetti and the diamond shaped ashlar tradition: a comparison of geometries and measurements. From survey to communication
Manuela Incerti
- 505 Amabili resti. La cancellazione delle tracce non è mai definitiva: sistemi fortificati e "muri". Le vie bizantine in Calabria un caso studio
Lovable remains. The deletion of the tracks is never definitive: fortified systems and "walls". Byzantine route in Calabria are a case study
Gaetano Ginex
- 517 4DGypsoteca. Un'architettura nomade per il disegno aumentato
4DGypsoteca. A nomad architecture for augmented drawing
Paolo Belardi, Valeria Menchetelli, Simone Bori, Luca Martini, Giovanna Ramaccini
- 525 A landscape up to the unknown frontiers. The role of drawing in the construction of the astronomical pictures today
Camilla Casonato
- 531 Multidisciplinary integration processes for Trans-European CH valorization. From digital documentation to 3D survey of Geguti Palace in Kutaisi, Georgia
Marco Medici, Federico Ferrari, Nana Kuprashvili, Tamar Meliva
- 537 Three Niemeyer's unbuilt projects: from architectural intent to physical model by parametric modeling and rapid prototyping
Wilson Florio, Ana Tagliari, Breno Tisi Mendes da Veiga
- 545 La documentazione dei centri storici sulle colline dei monti Lepini come beni territoriali
The documentation of historical centers on the hills of the Lepini Mountains as territorial goods
Maria Martone
- 555 Strategie comunicative per la valorizzazione dei beni culturali: la realtà aumentata per il Sacello degli Augustali a Miseno
Communicative strategies for the enhancement of cultural heritage: Augmented Reality for the Sacellum of Augustales in Misenum
Alessandra Pagliano

- 565 San Felix de Torralba de Ribota; caracterización geométrica de las iglesias fortaleza
San Felix de Torralba de Ribota; geometric characterization of fortified churches
Luis Agustín Hernández, Angélica Fernández-Morales, Miguel Sancho Mir
- 573 L'architettura religiosa rupestre italogreca. *New media* per la comunicazione
The excavated Italian-Greek churches. *New media* for communication
Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Mediatì
- 587 Il confine rivelato. Il corpo, il disegno, il paesaggio
The revealed border. The object, the representation, the landscape
Claudio Patanè, Claudia Valotto, Pietro Ferrara
- 597 Tecniche di musealizzazione virtuale. Galleria 3D per la fruizione della cultura romanica
Virtual musealization techniques. A 3D gallery for the contemporary fruition of Romanesque culture
Pedro M. Cabezos Bernal, Adriana Rossi
- 605 Il modello multidimensionale per l'edilizia storica.
Il palazzo Starita di Bari
The multi-dimensional model for historical building.
The Starita palace of Bari
Cesare Verdoscia, Giovanni Mongiello, Mario Di Puppo, Riccardo Tavolare, Angela Dell'Acqua
- 613 Dall'architettura alla maniglia: il rilievo dell'opera d'arte totale
From architecture to the handle: the survey of the "total work of art"
Valentina Castagnolo
- 619 *Storytelling* per il patrimonio culturale: *palatium Vetus* in Alessandria
Storytelling for cultural heritage: *palatium Vetus* in Alessandria
Anna Marotta
- 633 #InvasioniDigitali 3D: un'esperienza di *crowdsourcing* per la digitalizzazione museale
#Invasionidigitali 3D: a new perspective on a crowdsourced museum digitization
Elisa Bonacini, Laura Inzerillo, Marianna Marcucci, Cettina Santagati
- 641 Foto-graffias de maquetas en la representación icónica del proyecto
Photo-graphs of models in the iconic representation of the project
Amparo Bernal López-Sanvicente
- 647 La chiesa di Santa Venera ad Acireale tra tradizione ed innovazione: tecnologie integrate per il rilievo di architetture a pianta centrale
The church of Santa Venera in Acireale between tradition and innovation: integrated technologies for central shaped building survey
Mariateresa Galizia, Graziana D'Agostino
- 655 Visualización de datos. Los contornos difusos del dibujo
Data visualization. The diffuse contours of the drawing
Francisco Martínez Mindeguña
- 663 Urban landscape and transformations: virtual reconstruction for city history
Stefano Brusaporci, Mario Centofanti, Pamela Maiezza, Gianluca Serchia
- 669 L'architettura del carcere: i disegni ottocenteschi di Enrico Marchesi per "La Rotonda" di Nuoro
Prison architecture: the nineteenth-century drawings by Enrico Marchesi for the Nuoro prison "La Rotonda"
Vincenzo Bagnolo
- 675 Per la storia degli strumenti da disegno. Il tracciamento degli archi ad ampio raggio
For the history of the drawing tools. Tracing wide-range arcs
Edoardo Dotto
- 683 Dal rilievo laser scanner al modello 3D di manufatti scultoreo-architettonici: la Santa Casa della Basilica di Loreto. Proposta di metodo per l'elaborazione di superfici poligonali complesse
From Laser Scanner Surveys to 3D Models of Sculptural/Architectural Buildings: the Holy House in the Basilica of Loreto. Proposal for a Method to Develop Complex Polygonal Surfaces
Alessandra Meschini, Ramona Feriozzi
- 693 L'uso di strumentazione mobile controllata in remoto per il rilievo dell'architettura e dell'archeologia
The use of remote controlled mobile equipment for architectural and archaeological survey
Michela Cigola, Arturo Gallozzi, Luca J. Senatore, Roberto Di Maccio
- 699 L'acquisizione di dati attraverso un processo partecipato: la *gamification* applicata al rilievo scientifico
Data acquisition through a participatory process: the *gamification* applied to cultural heritage
Arturo Gallozzi, Luca J. Senatore, Gianluca De Rosa
- 707 Anamorforesi contemporanee per il disegno della città
Contemporary anamorphoses for the drawing of the city
Giovanni Caffio
- 715 Il villaggio ligneo di Lamminaho in Finlandia: rilievo e documentazione nel processo di musealizzazione fra tutela della memoria storica e nuove strategie di fruibilità dell'antico
The rural estate of Lamminaho in Finland: survey and documentation for the musealization process, between preservation of its historic memory and new strategies of usability
Sara Porzilli
- 725 Disegno dal vero, *urban sketching* e fenomenologia della percezione
On-Location Drawing, Urban Sketching and Phenomenology of Perception
Marco Muscogiuri
- 733 Rilievi integrati per l'analisi dei dissesti strutturali del battistero di San Giovanni a Pisa
Integrated surveys for the analysis of the structural instabilities of the baptistery of Pisa
Marco Giorgio Bevilacqua, Maria Letizia Ficocelli, Cristina Paolini, Nunziante Squeglia
- 741 Nuevos medios para nuevas necesidades. El proceso creativo y la representación
New means for new needs. The creative process and representation
M. Lucía Ojeda Bruno, M. Luisa Martínez Zimmermann
- 749 The use of virtual globes in landscape and urban planning
Raul Bueno Andrade Silva
- 753 Evoluzione metodologica e protocolli rappresentativi per i complessi delle certose
Methodological evolution and representative protocols for charterhouses complex
Sandro Parrinello, Francesca Picchio, Pietro Becherini, Raffaella De Marco

- 763 **La fotomodellazione in archeologia: i resti a mare della villa di Mamurra di Minturnae**
The photomodeling in archaeology: the rests to sea of the villa of Mamurra of Minturnae
Iovane Domenico
- 771 **Rappresentare l'immagine della città: dalla progettazione all'interpretazione dello spazio urbano percepito**
Represent the image of the city: from the design to the interpretation of perceived urban space
Gaia Vicentelli
- 777 **Evoluzione del "tipo" ferroviario: dai manuali alle recenti realizzazioni**
Evolution of the railway "type": from manuals to the recent realizations
Letizia Musai Somma
- 785 **Sulla riva dello Jonio. La ricostruzione del paesaggio dimenticato della città di Taranto**
On the shore of the Ionian sea. Reconstruction of the forgotten landscape of Taranto
Monica Bercigli, Vincenzo Moschetti
- 793 **Eduardo Vittoria. Disegno, ricerca e progetto nelle architetture Olivettiane**
Eduardo Vittoria. Drawing, research and design in the Olivetti's architectures
Sara Conte
- 801 **Rust belt americana: narrazioni fotografiche**
American rust belt: photographic narratives
Alessandro Bianchi
- 809 **Il disegno del margine fra prodotto e fruitore. Codici e linguaggi per la comunicazione breve**
The design of the margin between product and user. Codes and visual languages for short communication
Enrica Bistagnino
- 815 **Esibire il paesaggio. Immagini del Padiglione dell'Abruzzo a EXPO Milano 2015**
Exhibiting the Landscape. Images for the Abruzzi Pavilion at EXPO Milano 2015
Antonella Salucci
- 821 **Il Distretto Culturale Evoluto Flaminia Nextone. Innovazione digitale nel nuovo museo virtuale della via Flaminia a Fano**
The Evolved Cultural District Flaminia Nextone. Digital innovation in the new virtual museum of Via Flaminia in Fano
Paolo Clini, Romina Nespeca, Giulia Crinelli
- 829 **La rappresentazione dell'assenza: reinterpretare la storia attraverso un linguaggio contemporaneo**
Representing absence: using contemporary language to reinterpret history
Emanuela Chiavoni, Francesca Porfiri, Gaia Lisa Tacchi
- 835 **Virtual archaeological heritage. Fanum Fortunae 3D: dal rilievo alla fruizione tramite applicazioni di realtà immersiva**
Virtual archaeological heritage. Fanum Fortunae 3D: from survey to immersive reality applications
Ramona Quattrini, Ludovico Ruggeri
- 843 **El Teatro Colon de Buenos Aires a través de sus representaciones: entre la era académica y la digital**
The Colon Theater in Buenos Aires and its architectural representation: from the academic age to the digital era
Fabiana Carbonari, Emanuela Chiavoni, Mario Docci, Fernando Gandolfi, Eduardo Gentile, Ana Ottavianelli
- 851 **Rilievo ed analisi di catene metalliche nell'edilizia storica: studio e metodologia per identificare criticità**
Survey and analysis of iron tie-rods in masonry buildings: study and methodology to identify critical issues
Carlo Battini, Chiara Calderini, Rita Vecchiattini
- 859 **Sperimentalismo grafico e invarianze di metodi nel disegno del cemento armato agli inizi del 1900: l'innovazione esige adattamento e invenzione di codici**
Graphical experimentation and method invariances in the reinforced concrete design at the beginning of 1900: the innovation requires adaptation and invention of codes
Giuseppa Novello, Maurizio Marco Bocconcinco, Vincenzo Donato
- 871 **Il ruolo della fotografia nella produzione di immagini, icone e surrogati dell'architettura**
The role of photography in the production of images, icons, and surrogates of architecture
Fabio Quici
- 879 **Levantamiento arquitectónico del molino de Marea del Río Arillo mediante un algoritmo genético.**
The role of photography in the production of images, icons, and surrogates of architecture
Elena Cabrera Revuelta, José Antonio Barrera Vera, Manuel Caballero Sánchez, María-José Chávez De Diego, Yago Fernández Rodríguez, Borja Molero Alonso
- 887 **Il museo virtuale della specola di Mantova: un percorso di conoscenza e comunicazione per la memoria e la salvaguardia del patrimonio costruito**
The virtual museum of the observatory of Mantua: a path of knowledge and communication for the memory and the preservation of built heritage
Fabio Luce
- 897 **Del levantamiento digitalizado a la realidad virtual. El caso de fontilles**
From digital survey to virtual reality. The case of fontilles
Jorge Francisco Martínez Piqueras, Eduardo María Baviera Llópez, Jorge Llopis Verdú, Francisco Hidalgo Delgado
- 905 **Place based digital humanities, cultural heritage, and data visualization**
Daniele Villa
- 911 **TU-CULT. Rivelazioni architettoniche nelle chiese di Santa Giustina e di Santa Maria dei Servi a Padova**
TU-CULT. Architectural revelations in the churches of Santa Giustina and Santa Maria dei Servi in Padova
Alessio Bortot, Cristian Boscaro, Cristina Cecchini, Francesca Condorelli, Maria Rosaria Cundari, Valerio Palma, Federico Panarotto, Luigi Siviero
- 921 **L'Anfiteatro Flavio nell'interpretazione lignea di Carlo Lucangeli: un modello conoscitivo**
The Flavian Amphitheatre in the wooden interpretation of Carlo Lucangeli: a cognitive model
Graziano Mario Valenti, Cinzia Conti, Jessica Romor

- 929 **Modello come immagine mentale.** La diffusione dei modelli matematici nell'arte d'avanguardia e la superficie sviluppabile di Antoine Pevsner
Model as a *mental image*. The spread of mathematical models in the avant-garde art and the developable surface by Antoine Pevsner
Cristian Farinella, Leonardo Baglioni
- 937 **Riflessioni intorno alla forma del mantello del padiglione di Osaka di Maurizio Sacripanti**
Reflections around the shape of the Osaka pavilion cape by Maurizio Sacripanti
Lorena Greco, Maria Laura Rossi, Marta Salvatore
- 945 **Matrici visive del progetto di trasformazione dello spazio urbano pubblico. Flusso di dati e costruzione dell'immagine**
Visual matrix of the public space transformation project. Data flow and the construction of the image
Anna Christiana Maiorano
- 951 **Disvelare frammenti di città. Permutazioni e trasformazioni della Napoli di fine Ottocento nelle cromolitografie del D'Ambra**
Reveal fragments of city. Permutation and transformation of the city of Naples at the end of 1800s in D'Ambra's chromolithography
Daniela Palomba
- 961 **Dal rilievo alla comunicazione: le nuove frontiere della rappresentazione. Il caso della Grotta Doria**
From survey to communication: the new frontiers of representation. The case of the Doria Cave
Massimo Malagugini
- 969 **Modellare smorfie. Rilievo e rappresentazione aptica di due teste scultoree di Franz Xaver Messerschmidt**
Modeling grimaces. Survey and haptic representation of two sculptural heads by Franz Xaver Messerschmidt
Alberto Sdegno, Paola Cochelli, Veronica Riavis, Ruben Camponogara
- 977 **La rappresentazione digitale per la valorizzazione di siti archeologici: il caso del sito di Forum Sempronii**
La rappresentazione digitale per la valorizzazione di siti archeologici: il caso del sito di Forum Sempronii
Anna Marconi, Laura Baratin, Oscar Mei, Elvio Moretti
- 985 **Digital Fabrication. Strumenti innovativi vs antichi principi**
Digital Fabrication. Advanced tools vs old rules
Mara Capone
- 993 **Letture e interpretazione dei luoghi: la modellazione come strumento di conoscenza e integrazione di saperi**
Reading and interpretation of places: the modelling as a tool of knowledge and integration of knowledge
Rosaria Palomba, Giuseppe Di Gioia
- 1001 **Aspetti metodologici della rappresentazione analogica e digitale come modalità di approccio e lettura connessa al progetto di rilievo e di architettura**
Methodological aspects of analogic and digital representation as approach and reading method related to survey and architecture project
Giulia Pellegrini
- 1009 **In un foglio del *Manoscritto B* il ponte tra Leonardo e Francesco di Giorgio**
A bridge from Leonardo to Francesco di Giorgio in a sheet from *Manuscript B*
Marco Carpicci, Irene Di Bernardino, Fabio Colomese
- 1017 **La rappresentazione del castello di Predjama in Slovenia. Rilievo digitale e rappresentazione della cavità naturale**
The representation of the Predjama Castle in Slovenia. Digital surveying and representation of the natural cave
Luigi Corniello, Andrea Maligari
- 1025 **Il santuario di Poggio Colla: dalla ricerca archeologica alla rappresentazione digitale, testimonianze per il rituale etrusco**
The Etruscan sanctuary at Poggio Colla: from archaeological research to digital representation, evidence for Etruscan ritual
Alessandro Nocentini, Gregory Warden
- 1033 **Il disegno e la rappresentazione in un contesto di conservazione contemporanea**
Drawing and representation in a contemporary conservation context
Francesca Gasparetto, Laura Baratin, Sara Bertozzi, Alessandra Cattaneo
- 1043 **Protocollo Cognitivo e Comunicativo per un Codice di Lettura ai fini della Documentazione, Rappresentazione, Gestione e Valorizzazione del Sistema Informativo del Patrimonio Culturale dei Paesaggi Urbani delle Città Storiche.**
Cognitive and Communicative Protocol for a Reading Code for the purposes of Documentation, Representation, Management and Development of the Information System of the Cultural Heritage of the Historic Urban Landscapes City.
Alessandro De Masi
- 1051 **Città e paesaggi del Mediterraneo: i "borghi rurali andalusi"**
Cities and Landscapes of the Mediterranean: "Andalusian rural villages"
Loredana Ficarelli
- 1059 **Disegno e rappresentazione come strumenti per la modificazione del contesto urbano, il caso studio della piazza Nicola Amore di Roccamonfina**
Drawing and representation as tools for the modification of the urban environment, the study case of Nicola Amore square in Roccamonfina
Giuliana Chierchiello, Enrico De Cenzo
- 1067 **La rappresentazione del paesaggio reale nei dipinti e nelle quadrature**
The representation of the real landscape in paintings and quadratures
Barbara Aterini
- 1073 **Dal rilievo alla ricostruzione del progetto: la torre Pisana nel palazzo Reale di Palermo**
From survey to the reconstruction of the design: the *Pisana* tower in the Royal palace of Palermo
Fabrizio Agnello, Maria Antonietta Badalamenti
- 1081 **L'anastilosi virtuale nell'architettura moderna: la copertura della Sala delle Regioni nella chiesa de "L'autostrada del sole"**
Virtual anastylosis in modern architecture: the roof of the Hall of the Regions in the church of the "Motorway of the sun"
Alessandro Merlo
- 1089 **La certosa di San Martino di Napoli quale scrigno di saperi architettonici ed esemplificazione monumentale per una nuova evoluzione della ricerca**
The charterhouse of San Martino in Naples as a treasure trove of architectural knowledge and monumental examples for a new evolution of the research
Massimiliano Campi
- 1097 **La ricostruzione dell'ultima cinta muraria della città di Napoli: il Muro Finanziario**
The graphic reconstruction of the Nineteenth city wall in Naples: the *Muro Finanziario*
Raffaele Catuogno

- 1105 Patrimonio culturale, tecniche della rappresentazione per la conservazione ed il restauro
Cultural heritage, representation techniques for conservation and restoration
Rosa Anna Genovese
- 1113 Dal rilievo al 3D: la rappresentazione del patrimonio archeologico nel progetto "Un museo in tutti i sensi"
From survey to 3D: the representation of the archaeological heritage in the project "A museum in every sense"
Paola Puma
- 1121 Il rilievo 3D per lo studio delle stratificazioni: un caso di sinergica applicazione all'archeologia e all'architettura storica
Una parte della Villa dei Quintili sui Colli Tuscolani e due fabbriche tardo-rinascimentali
The 3D survey for the study of stratifications; a case of simultaneous application to archeology and historic architecture
A part of the Villa of the Quintili on the Tuscolan hills and two late-Renaissance factories
Saverio D'Auria, Fabrizio De Silla, Rodolfo M. Strollo
- 1129 Le frontiere della divulgazione virtuale applicate alla Villa di Poppea
The frontier of the virtual dissemination applied to the Villa of Poppea
Fausta Fiorillo, Salvatore Barba, Francesco Fassi
- 1137 Procedure integrate di rilievo e modellazione BIM per il patrimonio costruito
Integrated survey procedures and BIM modelling for architectural heritage
Antonella di Luggo
- 1145 Metodi di conoscenza integrata per il progetto pilota di rigenerazione di parti di città tradizionale nella Cina meridionale
Integrated knowledge methods for pilot regeneration project of traditional parts of city in southern China
Marianna Calia
- 1155 Nuove forme di visualizzazione del bene culturale: la realtà immersiva e la Scuola del Carmine a Padova
New ways to visualize cultural heritage: the immersive reality and *La Scuola del Carmine* in Padua
Isabella Friso
- 1161 La scala "vacua nel mezzo". Due esempi napoletani a confronto
The "empty in the middle" staircase. A comparison of two Neapolitan examples
Ornella Zerlenga
- 1169 Rituali carnevaleschi europei: rilievo e rappresentazione digitale dell'effimero nell'ambito del progetto europeo CARNVAL
European carnival rituals: digital surveying and representation of the European project CARNVAL
Luca Cipriani, Filippo Fantini
- 1177 Oltre le apparenze: trasformazioni dello spazio architettonico attraverso la lettura del rilievo
Beyond appearances: reading architectural space transformations through the survey
Cesare Cundari, Giovanni Maria Bagordo, Gian Carlo Cundari, Maria Rosaria Cundari, Giuseppe Antuono
- 1185 Line-widths Editing for Achieving 3D-Like Appearance in Line Drawings
Hidetoshi Suzuki, Yasushi Yamaguchi

3. *TERRITORI E FRONTIERE DELLA DIDATTICA* *TERRITORIES AND FRONTIERS OF TEACHING*

- 1191 Ora tocca agli architetti ritornare a disegnare
Now it's up to the architects return to drawing
Nicola di Battista
- 1195 Tra ricerca e didattica: dalla nuvola di punti all'H-BIM
Between research and didactic; from the point cloud to H-BIM
Massimiliano Lo Turco, Cettina Santagati
- 1203 Il disegno come linguaggio. Esperienze didattiche di comunicazione visiva in contesti non progettuali
Drawing as a language. Teaching experiences in of visual communication design for non-designers
Letizia Bollini
- 1211 Disegno e didattica on line
Drawing and on-line teaching
Paolo Giandebiaggi
- 1217 Reconstrucción geométrica de una pieza mecánica: láser escáner e impresión 3D
Geometric reconstruction of a mechanical piece: laser scanner and 3D printing
Lopresti Laura, Fuertes, Laura Lara Marianela, Gavino Sergio, Speroni Luca, Defranco Gabriel
- 1225 Dal rilievo del progetto alla rappresentazione: esperienze di analisi geometrico-concettuali dell'architettura del Novecento tra didattica e ricerca
From the survey of the project to representation: geometrical-conceptual analysis of the architecture of the Twentieth century between teaching and research
Marcello Balzani, Federica Maietti
- 1233 Nuovi tools per il progetto urbano tra rappresentazione e simulazione dell'ambiente
New urban design tools between representation and environment simulation
Rossella Salerno
- 1241 Il ruolo della Geometria Descrittiva nella formazione degli allievi della prima Scuola di Ingegneria d'Italia
The role of Descriptive Geometry in forming pupils in the first Italian School of Engineering
Maria Ines Pascariello
- 1249 Virtualizzare l'insegnamento del Disegno nelle Scuole di Architettura
Virtualizing Graphic Education in Architectural *Curricula*
Luigi Cocchiarella
- 1255 Modelli virtuali immersivi dalle visioni della fantascienza sociologica del cinema europeo
Virtual Immersive Models for Viewing Social Science Fiction in European Cinema
Federico O. Oppedisano, Daniele Rossi
- 1263 Sulla pedagogia del disegno di architettura, "fra ricerca e didattica". Note su un tema attuale
On the pedagogy of architectural design, "between research and didactics". Notes on a current topic
Maurizio Unali

- 1269 Dal paradigma della radice a quello della rete neurale. Sperimentazioni sulla rappresentazione multimediale
From the paradigm of the root to that of the neural network.
Trials on multimedia representation
Agostino Urso
- 1279 Modelli cartacei per la comprensione della forma architettonica: ricerca, progetto, sperimentazione e didattica in un dialogo tra geometria e rappresentazione
Paper models for the understanding of architectural shape: research, design, testing and teaching in a dialogue between Geometry and Representation
Martino Pavignano, Caterina Cumino, Maria Luisa Spreafico, Ursula Zich
- 1287 *Repraesentāmus*. Note sulla didattica del disegno tra passato, presente e futuro
Repraesentāmus. Notes on drawing education between past, present and future
Alessandro Luigini
- 1295 Intelligenza grafica. I territori della didattica del disegno e del pensiero grafico
Graphic intelligence. The territories of teaching drawing and graphic thinking
Enrico Cicalò
- 1303 Il ruolo del Disegno nelle scuole del primo Ciclo
The role of Teaching Graphic Arts in the First Cycle Schools
Giuseppe Nicastrò
- 1307 Itinerari del Disegno: dalle opere del museo ai luoghi dell'arte
The Itineraries of Drawing: from museum works to art places
Rita Valenti, Emanuela Paternò
- 1315 Gli scaloni monumentali a Brescia durante il governo della Serenissima Repubblica di Venezia
The monumental staircases in Brescia during the government of the Serenissima Republic of Venice
Matteo Pontoglio Emilii
- 1325 Architetture italiane a Buenos Aires. Censimento, descrizione, analisi e valorizzazione di un patrimonio a rischio
Italian architectures in Buenos Aires: census, description, analysis and enhancement of a threatened heritage
Maria Pompeiana Iarossi, Giampiero Mele, Matilde Rossini
- 1335 Linkage between industry and the University in the graphic documentation of Industrial Projects
Elisa Beatriz Bombassei, Félix Bombassei, José Molinuevo, Hernán Lucero, Leandro Giorgetti
- 1339 Il disegno come strumento per conoscere l'architettura e l'ambiente costruito
Drawing as tool of knowledge of architecture and built environment
Pia Davico
- 1351 La Historia de Frente. El levantamiento como estrategia para la escubierta del patrimonio urbano e arquitectónico de Montería (Colombia).
The History in Front. The survey as a strategy for the discovery of the urban and architectural heritage of Montería (Colombia)
Massimo Leserri, Juan Pablo Olmos Lorduy, Manuel Cogollo Posada
- 1359 El boceto analógico en el proceso proyectual, una experiencia interdisciplinaria
The analog *buceto* in the project process, an interdisciplinary experience
José Antonio Palacios, Víctor Arturo Lorenzo
- 1365 Reflexiones sobre la docencia actual en expresión gráfica en España
The analog *boceto* in the project process, an interdisciplinary experience
Flavio Celis, Ernesto Echeverría, Enrique Castaño, Manuel de Miguel
- 1371 Le mani sull'architettura. Sperimentazioni per progetti di comunicazione inclusiva
Hands-on Architecture Experimentation for inclusive communication projects
Ivana Passamani
- 1379 Integrazione tra didattica e ricerca per la lettura e rappresentazione del sistema murato di Cagliari (Sardegna)
Integration between teaching and research for analysis and representation of Cagliari walled system (Sardinia)
Andrea Pirinu
- 1385 A case study on the education of architectural digital studio. Automatic generation of forms, integrated design, and digital presentation
Naomi Ando
- 1391 Il disegno della città, rilievo e didattica 2.0
The drawing of the city, survey and 2.0 training
Enza Tolla, Antonio Bixio, Giuseppe Damone
- 1399 Le frontiere condivise dell'insegnamento dell'architettura. L'esperienza del percorso internazionale di studi KORE-ETSAV
The shared frontiers of architectural teaching. The KORE-ETSAV international course study experience
Guillem Bosch Folch, Isabel Crespo Cabillo, Mariangela Liuzzo, Calogero Marzullo
- 1407 Disegno e rilievo per il restauro: la valorizzazione delle insule conventuali dismesse del centro storico di Salerno
Drawing and survey for restoration: the valorization of disused convents of the historic centre of Salerno
Federica Ribera, Emanuela De Feo
- 1415 El cuento como herramienta gráfica
The story as a graphic tool
Rodolfo Mejías Cubero
- 1421 Per la ricostruzione di Amatrice. Un'esperienza di rilievo urbano tra didattica e ricerca
For the reconstruction of Amatrice. Urban surveying experience between teaching and research
Elena Ippoliti, Andrea Casale, Michele Calvano, Francesca Guadagnoli
- 1433 Il mondo come è e il mondo come appare. Una lezione per i bambini
A lecture for children: The world as it is and the world as it appears
Federico Fallavollita
- 1441 Parametri interoperabili e geometria: attualità dell'insegnamento del Disegno
Interoperable parameters and geometry: current teaching architectural drawing
Paolo Borin
- 1449 Dal disegno alla rappresentazione tridimensionale: temi di ricostruzioni virtuali
Digital representation and virtual reconstruction of drawn architecture
Fabrizio I. Apollonio, Federico Fallavollita, Elisabetta C. Giovannini, Riccardo Foschi

- 1459 Rilievo e rappresentazione. Dalla teoria alle applicazioni architettoniche delle superfici voltate
Survey and representation. From theory to architectural applications of vaulted surfaces
Carmela Crescenzi
- 1469 La didattica come "territorio" di superamento delle frontiere del sapere specialistico: il Sistema Nazionale Protezione Siti Sensibili (SINAPSIS)
Teaching as a "territory" for crossing the boundaries of specialist knowledge: the National Protection System for Sensitive Sites (SINAPSIS)
Leopoldo Repola, Andrea Giordano
- 1477 Mapear el territorio y la ciudad
Mapping out land and the city
Pablo Jeremías Juan Gutiérrez, Carlos L. Marcos
- 1489 Il disegno, la buona scuola e l'Università. Approccio didattico e esperienze negli insegnamenti del 'disegno'
Drawing, the 'buona scuola' and the University. Didactic approach and experiences in the teaching of drawing
Alessio Cardaci
- 1501 Patrimonio ed emergenza: un Laboratorio di formazione e pratica dell'Architettura
Heritage and emergency: a Laboratory of training and practice of Architecture
Antonio Conte
- 1509 Il disegno nell'e-learning: una frontiera tra didattica e ricerca
E-learning tools in the teaching of drawing: a frontier between didactics and research
Stefano Chiarenza
- 1517 Tecnologie digitali per la valorizzazione del patrimonio culturale. La rappresentazione di beni non accessibili
Digital technologies for the enhancement of cultural heritage. Representation of not accessible goods
Vincenza Garofalo
- 1525 Percorsi didattici per la lettura di architetture diseguate: dall'immagine al modello digitale
Didactic paths for reading drawn architectures: from the image to the digital model
Barbara Messina
- 1533 Flipped Geometry
Flipped Geometry
Antonio Álvaro Tordesillas, Noelia Galván Desvaux
- 1537 Adquisición de competencias en representación gráfica - uso de aula virtual
Acquisition of competences in graphic representation - use of virtual classroom
Francisco Mucilli, Agustín Adami
- 1543 Marco teórico-conceptual para la enseñanza de los sistemas de representación gráfica en Argentina
Theoretical framework for teaching graphical representation systems in Argentina
Ariel Shigeru Uema
- 4. TERRITORI E FRONTIERE DELLA RAPPRESENTAZIONE NELLA EVOLUZIONE DELLE PROFESSIONI**
TERRITORIES AND FRONTIERS OF REPRESENTATION IN THE EVOLUTION OF THE PROFESSIONS INVOLVED
- 1551 La búsqueda de la tridimensionalidad en la práctica profesional. Del *patesi* Gudea a la Elbphilharmonie de Hamburg
The search for three-dimensionality in professional practice. From the *patesi* Gudea to the Elbphilharmonie in Hamburg
José Antonio Franco Taboada
- 1559 Gli strumenti di rappresentazione nella procedura ARBIM
Representation tools in ARBIM process
Tommaso Empler
- 1569 Modelli e stampi di manufatti in terracotta per l'architettura tra Medioevo e Ottocento: la sfida delle nuove tecnologie digitali 3D
Models and moulds of terracotta architectural artefacts between Middle Age and 19th Century: the challenge of three-dimensional digital modelling
Elena Teresa Clotilde Marchis
- 1577 Rilievo e rappresentazione speditiva della chiesa di San Maurelio in Ferrara
Quick survey and representation of San Maurelio church in Ferrara
Michele Russo
- 1583 Nuovi media nel campo della comunicazione del Cultural Heritage: una esperienza per il MArRC Museo Archeologico di Reggio Calabria
New media in the field of the Cultural Heritage's communication: an experience for the MArRC Archeological Museum of Reggio Calabria
Franческа Fatta, Manuela Bassetta, Andrea Manti, Andrea Marraffa, Domenico Medati
- 1591 Rilievo, modellazione e ricostruzione virtuale come strumento di conoscenza ed analisi critica del territorio e del patrimonio architettonico. Il caso del Castello Giusso con il borgo di fondazione di Sicignano degli Alburni (SA)
Survey, 3D modeling and virtual reconstruction as an instrument of knowledge and critical analysis of territory and architectural heritage. The case of the Giusso Castle with the foundation area of Sicignano degli Alburni (SA)
Gerardo Maria Cennamo, Maria Rosaria Cundari
- 1599 Il BIM applicato al patrimonio costruito: due casi studio
BIM applied to built heritage: two case studies
Laura Carnevali, Fabio Lanfranchi
- 1605 Processi progettuali BIM-based per l'architettura sostenibile
BIM-based design processes for sustainable architecture
Andreani Marta, Bertagni Stefano, Biagini Carlo, Mallo Filippo
- 1611 Mostrare o vero far vedere. Riflessioni intorno ad alcune esperienze di rappresentazione del patrimonio culturale
Show art. Reflection about some experiences of the Cultural Heritage Representation
Sara D'Amico

- 1617 La realtà virtuale come metodologia di sviluppo di nuove figure professionali: gestione e condivisione del *cultural heritage* in ambito museale, riabilitazione cognitiva e progettazione architettonica.
Virtual reality as a development methodology for new professionalisms: management and sharing of *cultural heritage* in museums, cognitive rehabilitation and architectural design
Alessandro Basso
- 1625 Basi di dati geografici e modelli per la rappresentazione della città e del territorio. Questioni metodologiche per l'uso di *software GIS e BIM*
Geographical databases and models for urban and territorial representation. Methodological issues in the use of *GIS and BIM*
Rolando Andrea, Oreni Daniela, Scandiffio Alessandro
- 1631 An integrated modeling system (BIM) for a quickly and reliable evaluation of the "interference" for the historical building aggregates: Limit Emergency Condition (CLE).
Assunta Pelluccio, Marco Saccucci, Ernesto Grande
- 1639 Il rilievo digitale del complesso di Santa Maria Maddalena de' Pazzi e la documentazione dei sottotetti
The digital survey of the complex of Santa Maria Maddalena de' Pazzi and the documentation of the garret
Matteo Bigongiari
- 1645 Modelado con tecnología *BIM* mediante sistema de toma de datos *Multi-Sensor* para la simulación energética de un gran terciario
BIM modeling technology based on Multi-Sensor Data system for energy simulation of a tertiary sector building
Faustino Patiño-Cambeiro, Guillermo Bastos, Julia Armesto, Faustino Patiño-Barbeito, Juan Ignacio Prieto-López
- 1651 La rappresentazione per il mondo della produzione. scenari digitali nella formazione degli attori del processo edilizio
Representation for professionals. digital scenarios for training of building process actors
Carlo Caldera, Matteo Del Giudice, Andrea Lingua, Giuseppe Moglia, Manuela Rebaudengo
- 1659 Riscoperta del palazzo della famiglia Branconio in L'Aquila. Applicazioni *BIM* a un cantiere della ricostruzione aquilana
Rediscovery of the palace of Branconio family in L'Aquila. *BIM* applications to a construction site in L'Aquila
Romolo Continenza, Ilaria Trizio, Alessandra Tata
- 1667 Il rilievo integrato come strategia metodologica per la conoscenza delle frequenti criticità riscontrabili nell'impiantistica sportiva
Survey methodology for integrated strategy as the knowledge of frequent critical found the training center
Stefano Bertocci, Marco Ricciarini
- 1675 L'iper-rappresentazione. Autoipoiesi dell'idea progettuale in rapporto con il parametricismo
The hyper-representation. Autoipoiesis of the design idea in relation with parametricism
Domenico D'Uva
- 1683 Strumenti di conoscenza del territorio nell'era della comunicazione digitale: un progetto per l'*Insula Episcopalis* di Napoli
Instruments for the urban territory in the digital communication era: a project for the *Insula Episcopalis* of Naples
Valeria Cera, Simona Scandurra
- 1691 Per un teatro dell'architettura e della città: teorie e pratiche di realtà aumentata alla *Cité de l'architecture et du patrimoine* al *Palais de Chaillot* (Parigi)
For a theater of architecture and the city: theories and practices of augmented reality at the *Cité de l'architecture et du patrimoine* at the *Palais de Chaillot* (Paris)
Mirco Cannella
- 1699 Archivio iNCarnatO della peRformAnce (ANCORA). Nuove frontiere della rappresentazione per il *cultural heritage*
Embodied Archive of the Performance (ANCORA). New directions of representation for the cultural heritage
Malvina Borgherini, Annalisa Sacchi, Maria Grazia Berlangieri
- 1707 Il disegno e le tecnologie nel processo di comunicazione delle informazioni
Drawing and technologies in the information communication process
Francesca Maria Ugliotti, Daniela De Luca, Anna Osello
- 1715 Girard Desargues e la supremazia della teoria progettuale sulla pratica di cantiere
Girard Desargues and the supremacy of design theory on construction site practice
Cristian Boscaro
- 1719 Il disegno del fare. Modellazione computazionale e fabbricazione digitale nello studio delle superfici minime
Design doing. Computational modeling and digital fabrication in the analysis of minimal surfaces
Michela Rossi, Giorgio Buratti
- 1727 Architectural Drawing and Graphic Narratives in the Digital Age
Carlos L. Marcos
- 1733 Aspetti metodologici per l'uso di modellatori parametrici di superfici nella progettazione architettonica. Un caso di studio
Methodological aspects for the use of surfaces parametric modelers in architectural design. A study case
Fabrizio Avella
- 1741 Ruoli identitari ed utilità sociali nell'opera professionale: il supporto della ricerca scientifica nell'evoluzione di nuovi approcci, procedure e strumenti
Identitarian roles and social utility in the professional work: the support of scientific research for the development of new approaches, procedures and instruments
Gerardo Maria Cennamo, Stefano Savoia
- 1749 Gestione del patrimonio e modelli innovativi: la piattaforma virtuale della Certosa di Padula
Heritage management and innovative models: The virtual platform of Padula's Monastery
Antonio Bixio, Giuseppe Damone, Giuseppe La Greca
- 1757 Rappresentare per costruire. Il modello BIM cardine di una rivoluzione
Representing to build. The BIM model is the keystone of a revolution
Cecilia Bolognesi, Alberto Pavan
- 1765 La rappresentazione dell'ambiente urbano, paradigmi e linguaggi
Representation of the urban environment, paradigms and languages
Lia Maria Papa
- 1773 Il BIM per il Facility Management: uno strumento di gestione a costo zero
BIM for the Facility Management: a management tool free of charge
Barbato Davide, Barile Salvatore

- 1781 Experiences and professional skills focussed on the design of interior stylings for superyacht projects
Carlos Balcala
- 1783 Actividades de diseño, prototipado y tratamiento de imágenes en el laboratorio dibio
Design, Rapid Prototyping, Image processing in DiBio Laboratory
Muguiro Nestor O., Pizarro Miguel A., Basayo John M.
- 1791 Los sistemas de informacion geográficos y su aporte para la elaboracion de mapas dinámicos de riesgos múltiples
Geographical information systems and its support for the development of dynamic maps of multiple risks
Rubén Actis Danna, Jorge Eduardo González, Alumna Pana, Sofía
- 1797 Breve analisi del processo di revisione
Brief analysis of the review process
Salvatore Barba

Il disegno del fare. Modellazione computazionale e fabbricazione digitale nello studio delle superfici minime

Design doing. Computational modeling and digital fabrication in the analysis of minimal surfaces

Michela Rossi*, Giorgio Buratti**

NEGLI ULTIMI ANNI IN PARALLELO ALL'EVOLUZIONE DEGLI STRUMENTI DI DISEGNO ASSISTITO SI È DIFFUSA LA DIGITALIZZAZIONE DI PROCESSI PRODUTTIVI CAPACI DI COSTRUIRE L'OGGETTO DAL SUO MODELLO NUMERICO. LA RICERCA INDAGA IL LEGAME DI RECIPROCIÀ TRA MODELLAZIONE COMPUTAZIONALE E FABBRICAZIONE DIGITALE NELLO STUDIO DELLE SUPERFICI MINIME PER L'UTILIZZO DELLE LORO PROPRIETÀ NOTEVOLI A FINI PROGETTUALI.

PAROLE CHIAVE: COMPUTATIONAL DESIGN, SUPERFICI MINIME, FABBRICAZIONE DIGITALE

Premesse

Lo studio dei processi informatici che sottendono la generazione della forma ha promosso lo sviluppo di applicativi capaci di "dare forma" alle singole esperienze ricerca progettuale. Il comune denominatore di questi strumenti è la possibilità di controllare la geometria, attraverso la stesura di algoritmi concatenati, come risultato di un processo organico e unitario. Un algoritmo è un procedimento logico basato su una successione di istruzioni univoche per raggiungere un determinato obiettivo. Poiché un problema risolto in questi termini si dice *computato*, l'approccio è chiamato *Computational Design*¹.

Utilizzato nel disegno, questo metodo favorisce un indirizzo progettuale nuovo, basato sulla centralità del concetto di codice-procedura, nel quale la risoluzione di un problema è descritta da un numero finito di operazioni e l'identità di una forma è la conseguenza dell'insieme di regole discrete che la definiscono. I risultati, come dimostrato da recenti produzioni nel mondo del design o dell'architettura, sono riconoscibili per la libertà morfologica e le prestazioni elevate. La capacità di disegnare geometrie articolate trova riscontro nella possibilità della loro realizzazione grazie a macchinari che interpretano la rappresentazione digitale e la traducono nelle istruzioni necessarie alla fabbricazione del manufatto. Queste tecnologie di fabbricazione provenienti dal mondo dell'industria trovano applicazione in altri contesti, più flessibili. Il processo, noto come *Digital Fabrication*, è incentrato sul modello digitale, una descrizione unitaria che ricollega la fase di ideazione a quella attuativa, annullando i passaggi e i documenti intermedi che hanno caratterizzato l'età industriale. Il progettista torna ad essere artefice e il "disegno" progettuale non è più un documento mediato, ma è la "traccia" della costruzione.

La sinergia tra disegno e fabbricazione digitale offre potenzialità inedite nell'adattamento del singolo prodotto a requisiti specifici, e nell'applicazione di caratteristiche tipiche dei modelli organici, quali la capacità di adattamento, di trasformazione e di ottimizzazione dei materiali.

Un campo di ricerca di grande interesse potenziale è lo studio delle superfici minime, luoghi geometrici esistenti in natura che rivelano proprietà di leggerezza e resistenza, ma difficili da analizzare e gestire con gli strumenti di modellazione e produzione tradizionali².

IN RECENT YEARS, CONCURRENTLY TO EVOLUTION OF ASSISTED DRAWING TOOLS, IT SPREADS THE DIGITIZATION OF MANUFACTURING PROCESSES ABLE TO BUILD THE OBJECT FROM THE DIGITAL MODEL. THE RESEARCH INVESTIGATES THE CORRELATION BETWEEN COMPUTATIONAL MODELING AND DIGITAL MANUFACTURING BY ANALYZING THE MINIMAL SURFACES AND THE USE OF THEIR REMARKABLE PROPERTIES FOR DESIGN PURPOSES.

KEY WORDS: COMPUTATIONAL DESIGN, MINIMAL SURFACES, DIGITAL FABRICATION

Background

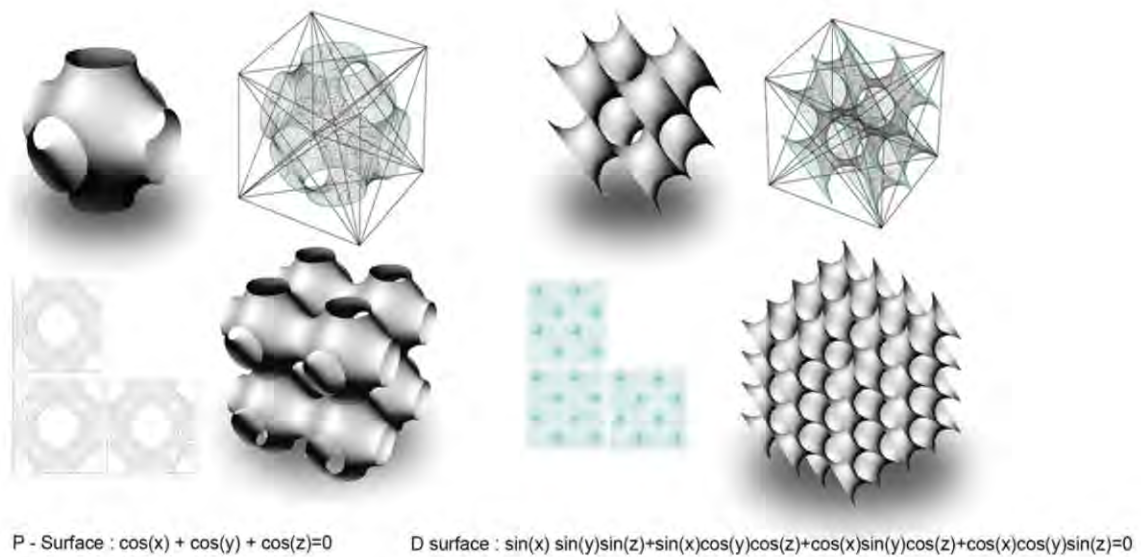
The study of computer processes that generate the form has promoted a development of applications suited to personal project and research experiences. The common denominator of these tools is the ability to control geometry through the creation of concatenated algorithms as a result of a single organic process. An algorithm is a systematic procedure based on a series of unambiguous instructions that explain how to achieve a specific objective. As a problem solved in these terms is said to be computed, the approach is called *Computational Design*¹.

Used in design the method promotes a new course of research based on the importance of the code-procedure concept: as well as the solution to a problem can be described in a finite number of steps, the identity of a form is the consequence of a series of discreet rules that define it. The results, as demonstrated by recent productions in the world of design and architecture, can be identified by morphological freedom and high performance.

For design purposes, the possibility of designing structured geometries would clearly be pointless if they couldn't then be created. Manufacturing technology from industrial world find today application in other sectors, due to machinery that interpret the digital representation and translated it into instructions required to manufacture the artefact. The process, known as *Digital Fabrication*, focuses on the digital model, united description that re-connects the conception stage to implementation stage, erasing steps and intermediate documents that characterized the industrial age. The designer returns to be a "maker" and the draw for the project is no longer a mediated document, but the "path" needed for construction.

The synergy between design and digital fabrication offers new potential, able to transfer typical features of organic models to artifacts, such as adaptability, transformation and material optimization.

An interesting field of application is the study of minimal surfaces, existing in nature geometric shape that reveal attractive properties of lightness and strength, but difficult to analyze and manage with traditional modeling and production tools².



In questa sede si presentano i primi studi sperimentali per una possibile applicazione progettuale nella progettazione di un casco da cantiere. Uno studio di carattere ergonomico riguardante la sicurezza dei lavoratori edili ha evidenziato come, soprattutto nel periodo estivo, molti operatori non indossino il casco a causa del peso e del calore indotto (Buratti *et al.* 2012). Inoltre le tre taglie commercializzate non soddisfano la variabile antropometrica, aumentando il disagio di molti utenti. L'obiettivo della ricerca è integrare le proprietà delle superfici minime in una protezione resistente ma leggera e traspirante, oltre che adattabile all'individuo.

Triply Periodic Minimal Surface. La ricerca

Una superficie minima è una superficie a curvatura media nulla. Questa definizione che risponde al *Problema di Plateau*, si osserva in natura negli equilibri delle membrane cellulari e può essere studiata con le forme delle lamine di acqua saponata, già applicate all'architettura da Frei Otto in forma semplice (Emmer 2010). Più interessanti ai fini del design sono le loro aggregazioni simmetriche, in particolare i luoghi geometrici delle *Triply Periodic Minimal Surface (TPMS)*, superfici a simmetria tripla, invarianti per traslazione rispetto agli assi dello spazio cartesiano e inscritte in un poliedro elementare. Questa proprietà permette la replica periodica della singola *cellula fondamentale* nello spazio in una struttura modulare priva di soluzione di continuità e intersezioni, in cui l'iterazione fisica tra le unità contigue provoca un effetto compensativo che aumenta notevolmente l'efficienza strutturale del sistema a fronte di un impiego minimo di materiale (Buratti 2012).

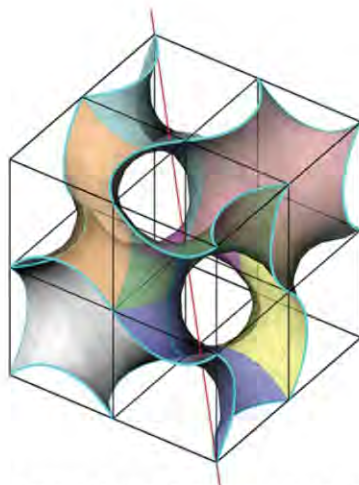
In this paper we present the first experimental results of a possible design application: an ergonomic study about safety of construction workers has shown as, especially in the summer, many operators do not wear helmet due to the weight and induced overheating (Buratti *et al.* 2012). Furthermore, the three marketed sizes are not sufficient to meet the anthropometric variable, increasing the discomfort of many users. The aim of research is to integrate the properties of the minimal surfaces into a protective artifact capable of solving these problems.

Triply Periodic Minimal Surface. The research

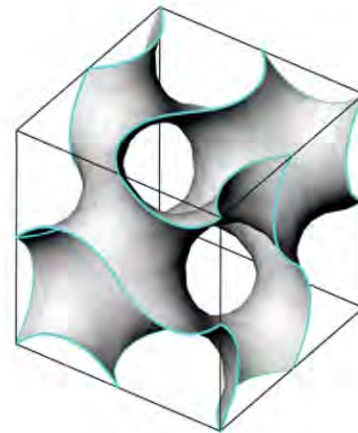
A minimal surface is a surface whose mean curvature is always zero. This definition answers to Plateau problem: if a closed polygon plane or oblique is assigned, then there is always a system of surfaces, including all possible surfaces that touch the frame, which are able to minimise the area (Emmer 2010). The most interesting geometric shapes for the research are the *Triply Periodic Minimal Surfaces (TPMS)*, three-dimensional symmetry surfaces, invariants for translation in Cartesian space. This property allows periodic replication of the single surface in space to form a new modular structure, seamlessly and without intersections, in which the physical iteration between the modules (a polyhedron called Fundamental Cell) causes a compensatory effect that greatly increases their structural efficiency while maintaining minimal use of material (Buratti 2012). The *TPMS'* characteristics to create stable morphologies are therefore functional to the realization of a resilient but lightweight pro-



Unità Fondamentale



Asse di simmetria rotazionale C3
Rotoinversione-4



Cellula Fondamentale

Le capacità delle TPMS di creare morfologie stabili sono quindi funzionali alla realizzazione di un casco protettivo capace di risolvere i problemi rilevati.

Questa ipotesi ha richiesto di risolvere:

- la morfogenesi digitale, ovvero individuare i processi che gestiscono la complessità morfologica delle TPMS nel dominio digitale, definendo i *parametri di forma e trasformazione* della superficie complessa nel suo adattamento al guscio;
- la verifica delle proprietà strutturali in relazione alle variabili parametriche quali spessore, dimensione del modulo e della superficie derivata per la definizione dei *parametri di struttura* ottimali;
- la verifica della producibilità in un processo di fabbricazione che ammetta la serialità e la personalizzazione del prodotto attraverso il controllo di un numero minimo di *parametri di configurazione*.

Morfogenesi digitale

Il primo problema è il controllo digitale delle TPMS nella trasformazione della cella fondamentale per l'adattamento della superficie piana ad un guscio assimilabile ad una calotta emisferica.

Si è già scritto che le superfici minime sono caratterizzate da curvatura media nulla. Questa proprietà peculiare non è però facilmente utilizzabile nella loro generazione digitale.

Esistono alcuni software, sviluppati in ambito matematico, che simulano il metodo del Plateau in ambiente digitale. Dato un contorno e definiti dei parametri che riproducono il comportamento dei materiali e delle forze, questi applicativi agiscono sulla superficie sino al raggiungimento della condizione di curvatura media pari a zero³.

protective helmet, with a breathable structure capable of solving the user problems detected. This hypothesis required to investigate:

- digital generation, ie to create and manage the morphological complexity of TPMS in the digital domain, studying its morphology;
- testing the structural properties in relation to parametric variables such as thickness, module size, and surface area;
- find a manufacturing process that allows the serialization and customization of the product.

Digital generation

The first problem is the digital control of TPMS. It has already been written that minimal surfaces are characterized by zero mean curvature. The peculiar property of these loci is, however, not easily usable in their digital generation.

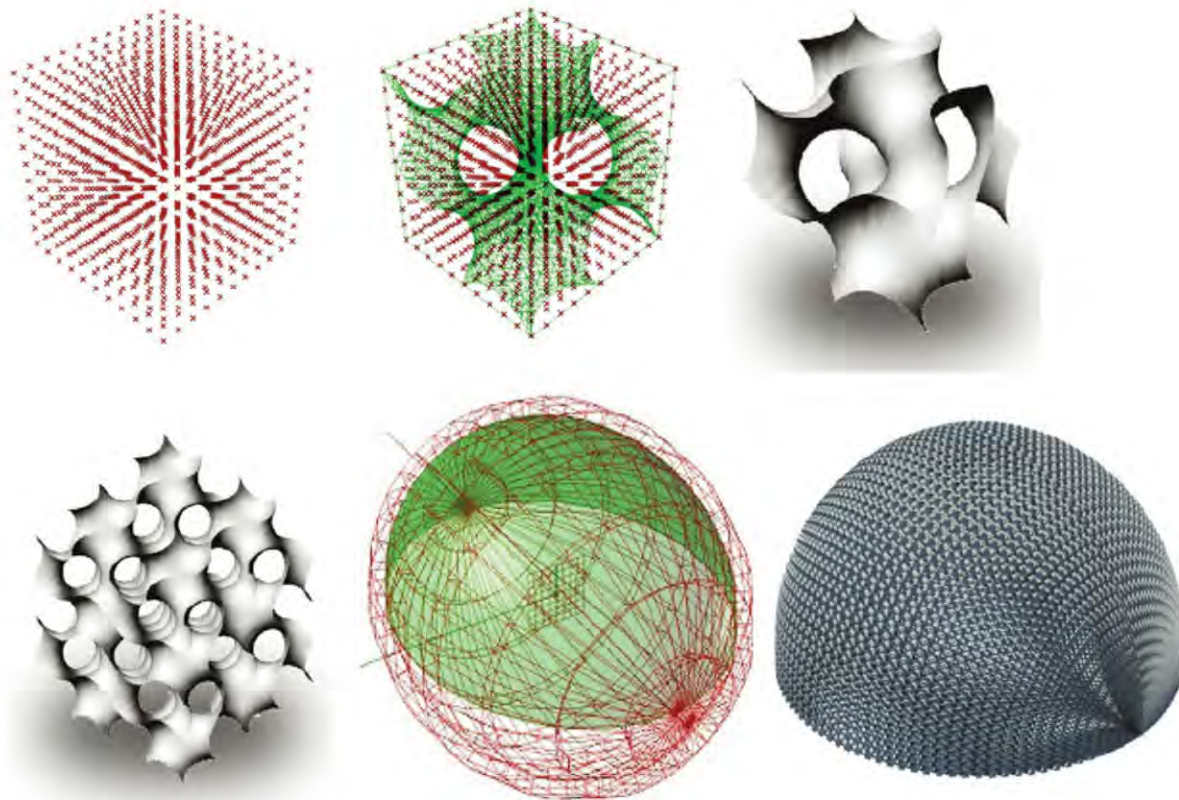
There are some software developed by mathematicians, who simulate the Plateau method in a digital environment³.

Given a defined boundary and parameters that reproduce the behavior of materials and forces, these applications act on the surface until reaching the average curvature condition of zero.

These tools allow the study of the single minimum surface, but are unsuitable for the generation of more articulated morphologies such as TPMS. A second method is based on Karl Weierstrass's⁴ parametric equation, which expresses every minimal surface in terms of holomorphic functions⁵. This equation, however, is characterized by a complex formulation that makes the calculation difficult, and does not guarantee that the surface will be embedded, a condition that is problematic during production. The most effective process is the implicit formulation, that describes a surface through a linear func-

2/ Modellazione Computazionale:

- a) Definizione dei punti nella cellula fondamentale;
- b) la triangolazione crea la superficie;
- c) Giroide;
- d) TPMS su base Giroide;
- e) Discretizzazione della calotta emisferica;
- f) Calotta emisferica composta dalla Giroide



2/ Computational Modeling:

- a) Definition of points in the fundamental cell;
- b) triangulation creates the surface;
- c) Gyroid;
- d) TPMS based on Gyroid;
- e) Discretization of the hemispherical dome;
- f) hemispherical dome composed by Gyroid

Questi strumenti consentono lo studio della singola superficie minima, ma sono inadatti alla generazione delle morfologie più articolate delle TPMS.

Un secondo metodo si basa sull'equazione parametrica di Karl Weierstrass⁴, che esprime ogni superficie minima in termini di funzioni oloforme⁵.

Nonostante la formulazione complessa che rende laborioso il calcolo, queste equazioni non garantiscono che la superficie sia priva di auto-intersezioni, condizione problematica in fase di produzione.

Il procedimento più efficace è quello della formulazione implicita, cioè la descrizione della superficie con una funzione lineare a tre variabili, $f(x,y,z)=0$. La forma trigonometrica è appropriata alla descrizione digitale, perché permette di gestire il gran numero di elementi che caratterizzano le TPMS senza sovraccaricare il processo di calcolo e non ammette auto-intersezioni.

Mediante l'utilizzo di *Grasshopper*, un linguaggio di programmazione visuale che lavora in ambiente *Rhino 3D (CAD)*, è possibile definire algoritmi in grado di descrivere con buona approssimazione le superfici minime espresse secondo la formulazione implicita. Nella figura 2

tion of three variable, $f(x, y, z) = 0$. The trigonometric form is appropriate to the digital description because it allows to handle the large number of elements that characterize TPMS without overload the calculation process and also does not allow self-intersections. Using *Grasshopper*, a visual programming language that works in *Rhino 3D (CAD)* environment, it's possible to define algorithms able to describe with good approximation the minimal surfaces expressed in the implicit formulation. In figure 2 we can observe the construction example of a TPMS derived from Gyroid.

This surface is generated exclusively by curves and is distinguished by the absence of reflection symmetry between the 8 fundamental units that constitute it. It does have C3 axes of symmetry (along one diagonal of the unit cell) and 4-fold rotoinversion axes. In other words, the fundamental units are placed at 120° intervals along a diagonal, while the rotoinversion operation rotates them by 90° and performs the inversion through the center of the cube.

This creates a morphology that separates the space into two enantiomorphic regions, which are specularly symmetrical and overlapping respect to a plane outside them, but not overlapping by rotation.



si può osservare l'esempio della costruzione di una *TPMS* derivata dalla Giroide, una delle superfici minime più in natura, e la più studiata per via delle sue peculiarità strutturali. Questa *TPMS* è generata esclusivamente da curve e si distingue per l'assenza di simmetrie di riflessione tra le 8 unità fondamentali che la compongono. In natura questa superficie è presente dove servono resistenza e leggerezza, come nell'esoscheletro del riccio di mare e nelle ali della farfalla. La Giroide, come allude il nome, si genera per rotazione attorno un'asse di simmetria C_3 , coincidente con una diagonale del cubo che costituisce la cellula fondamentale, e da un asse di rotoinversione quadrupla. In altre parole le unità fondamentali si dispongono ad intervalli di 120° intorno ad una diagonale, mentre l'operazione di rotoinversione le ruota di 90° e ne compie l'inversione attraverso il centro del cubo. Si crea così una superficie che divide lo spazio in due regioni enantiomorfe, ovvero specularmente simmetriche e sovrapponibili rispetto a un piano posto fuori di esse, ma non sovrapponibili per rotazione. Inoltre in natura i processi di morfogenesi avvengono per stratificazione, analogamente a quanto avviene nella fabbricazione attraverso le stampanti 3D. Queste caratteristiche rendono la Giroide particolarmente interessante per l'applicazione proposta.

L'algoritmo traduce l'equazione algebrica in una forma compiuta che può essere manipolata, replicata e infine prototipata. Il processo può essere esemplificato immaginando che l'equazione "selezioni", nel dominio di punti del poliedro, quelli appartenenti alla superficie che si sceglie di rappresentare. La successiva istruzione connette per triangolazione i punti creando la superficie. È ora possibile sfruttare le simmetrie della cellula replicandola e poi studiare i processi di adattamento alla morfologia considerata.

Il modello digitale del casco è stato risolto con una superficie *NURBS*, discretizzata in parallelogrammi coincidenti con la base minore del tronco di piramide nel quale verrà ricalcolato ogni singola Giroide.

Il limite di questa procedura è l'anisotropia delle cellule fondamentali che la geometria emisferica comporta. Gli elementi della *mesh* sono

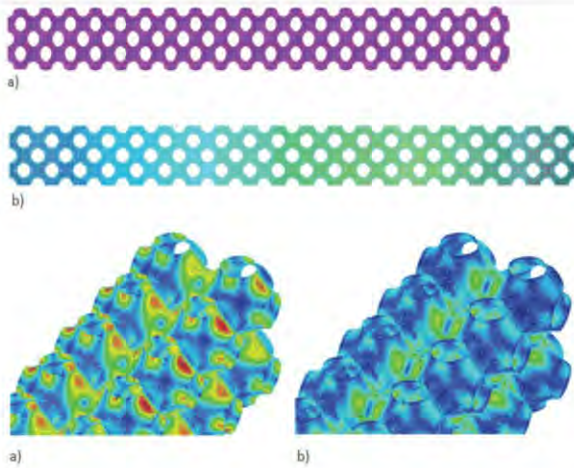
In natura, queste strutture sono presenti dove serve resistenza e leggerezza, come nell'esoscheletro del riccio di mare o nelle ali della farfalla. Inoltre, i processi di morfogenesi avvengono per stratificazione, similmente a quanto avviene nella produzione attraverso le stampanti 3D. Queste caratteristiche rendono la Giroide particolarmente interessante per le finalità progettuali proposte.

L'algoritmo traduce l'equazione algebrica in una forma finita che può essere studiata, manipolata e replicata. Il processo può essere concettualmente semplificato immaginando che l'equazione "selezioni", nel dominio di punti dello spazio cartesiano, quelli appartenenti alla superficie che si decide di rappresentare. L'istruzione successiva connette per triangolazione i punti creando la superficie. È ora possibile sfruttare le caratteristiche di simmetria dell'unità singola replicandola e studiando i processi di adattamento alla morfologia considerata. Il modello digitale del casco è risolto con una superficie *NURBS*, discretizzata in parallelogrammi coincidenti con la base minore del tronco di piramide nel quale ogni singola Giroide verrà ricalcolata. Il limite di questa procedura è l'anisotropia delle cellule fondamentali che la geometria emisferica comporta. Gli elementi della *mesh* sono più allungati in corrispondenza dei poli della cupola emisferica. Considerando che può essere modificata in forma o dimensione per adattarsi alle specifiche antropometriche degli utenti. Per compensare gli effetti già menzionati, e per la piccola dimensione delle cellule individuali, questo non è un problema dal punto di vista strutturale.

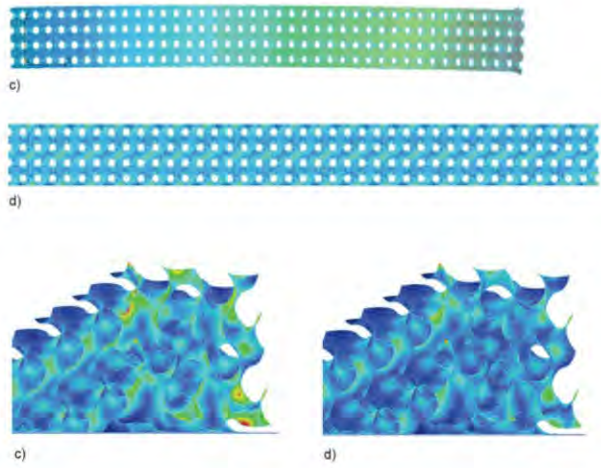
Verifica delle proprietà strutturali

Un'analisi di stress è stata eseguita simulando una compressione uniaxiale con il software COSMOS Italia. A causa della complessità del calcolo, è stato necessario semplificare la geometria per ottenere risultati affidabili. È stato applicato un carico di 1 kgf (10 N) e valutato su un parallelepipedo di ferro di dimensioni $10 \times 10 \times 100\text{ mm}$ e confrontato il risultato con due strutture equivalenti di dimensioni diverse e spessori differenti, com-

P - Surface



Giroide



più allungati in corrispondenza dei poli della calotta emisferica. Si consideri che la stessa può essere modificata nella forma o nelle dimensioni per adattarsi alle specifiche misure antropometriche degli utenti. Per gli effetti di compensazione già citati, e per le dimensioni contenute delle singole cellule, ciò non costituisce un problema dal punto di vista strutturale.

Verifica delle proprietà strutturali

È stata effettuata un'analisi a fatica simulando una compressione monoassiale con il software COSMOS ITALIA. Per ottenere risultati attendibili, a causa della complessità di calcolo è stato necessario semplificare la geometria, valutando l'applicazione di 1kgf (10 N) su un parallelepipedo di ferro di dimensioni 10x10x100 mm e confrontato il risultato con due strutture di dimensioni equivalenti, con differenti spessori, composte rispettivamente con la *P-surface* e la *Giroide*. I risultati sono riassunti nella seguente tabella.

SPESORE (mm)	DEFORMAZIONE(mm)	STRESS (Kgf)	PESO (g)
P-SURFACE			
a 0,1	0,013	2,36	4
0,5	0,0012	0,273	19
1	0,0003	0,111	37
b 2	0,0001	0,044	74
GIROIDE			
c 0,1	0,016	1,1	5
0,5	0,0008	0,40	.25
1	0,0002	0,115	49
d 2	0,00008	0,055	98
SOLIDA	0,00005	0,031	780

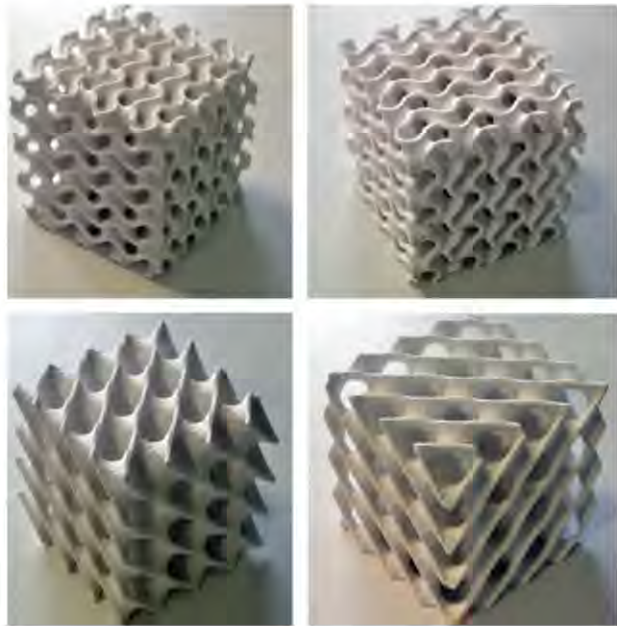
posed respectively of the P-surface and the Gyroid. The results are summarized in the following table:

SPESORE (mm)	DEFORMAZIONE(mm)	STRESS (Kgf)	PESO (g)
P-SURFACE			
a 0,1	0,013	2,36	4
0,5	0,0012	0,273	19
1	0,0003	0,111	37
b 2	0,0001	0,044	74
GIROIDE			
c 0,1	0,016	1,1	5
0,5	0,0008	0,40	.25
1	0,0002	0,115	49
d 2	0,00008	0,055	98
SOLIDA	0,00005	0,031	780

This analysis gives data from which some conclusions can be drawn:

- in minimal surfaces element even for very thin thicknesses (0,1 mm), the bar does not break even though it deforms considerably. This is because stress does not focus on one point, but it is distributed among the different units that work in synergy: overall performance improves that of individual parts;
- behavior changes with increasing thickness. When thick is 2 mm thick the deformation decreases considerably: if the solid iron bar deforms by 1 mm, the one articulated in P-surface deforms 2 mm, while the Gyroid bar is deformed by 1,6 mm. The interesting aspect is that the two bars weigh, respectively, ten (*P-surface*) and eight times (*Giroide*) less than the solid one, while maintaining good stress resistance properties.

5/ Modelli di studio ottenuti con la stampante 3D a polveri di gesso *Zcorp Spectrum Z510*:
 a) Giroide;
 b) Diamond surface
 5/ Study models obtained with the *Zcorp Spectrum Z510* plaster powder printer:
 a) Giroide;
 b) Diamond surface



L'analisi fornisce dati da cui è possibile trarre alcune conclusioni:

- negli elementi composti da superfici minime anche per spessori molto sottili (0,1 mm) la barra non si rompe, anche se si deforma notevolmente, perché lo stress non si concentra in un punto, ma si distribuisce tra le diverse unità che lavorano in sinergia: la prestazione complessiva migliora quella delle singole parti;
- con l'aumento degli spessori la deformazione diminuisce notevolmente, ma in modo non lineare; se la barra di ferro pieno deforma di 1 mm, quella articolata in *P-surface* deforma di 2 mm, mentre la barra giroide deforma di 1,6 mm. L'aspetto interessante è che le due barre pesano rispettivamente dieci (*P-surface*) e otto volte (Giroide) meno di quella solida, pur mantenendo buone caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni.

Fabbricazione

L'unica tecnologia oggi disponibile per la realizzazione di un simile modello digitale è la stampa 3D. Valutati il rapporto costi-benefici e gli intendimenti della ricerca, i primi esperimenti sono stati condotti con la stampante a polveri di gesso *Zcorp Spectrum Z510*. Il formato necessario alla stampa 3D (stereolitografia) è .STL, che descrive il modello attraverso ad una *mesh* triangolare. Nel dominio digitale la *mesh* è un ente geometrico senza spessore ma la sua traduzione nel mondo fisico richiede delle specifiche:

- un corretto rapporto topologico tra i triangoli della *mesh*, che non deve presentare discontinuità o sovrapposizioni;
- l'esplicitazione delle normali dei triangoli, per informare il macchinario su quali siano l'interno e l'esterno della superficie;
- l'ottimizzazione della velocità di stampa in relazione al materiale e alla geometria;
- considerando che le stampanti depositano il materiale a strati, muovendosi in verticale, bisogna prevedere la disposizione più corretta a sostenere le parti aggettanti per evitare che la struttura collassi durante la stampa.

Conclusioni

I primi risultati, ancora lontani da una reale applicazione produttiva, sono incoraggianti. La ricerca dimostra che la modellazione computazionale non solo permette la rappresentazione delle superfici minime, ma anche la loro fabbricazione, realizzando manufatti resistenti e leggeri.

La sinergia con i nuovi macchinari utensili è un fattore determinante, ma la tecnologia non garantisce l'elaborazione di un progetto coerente, poiché la forma non è solo conseguenza di un software o di una tecnologia produttiva. L'aspetto principale del nuovo approccio è che la stesura dell'algoritmo morfogenetico vincola alla sistematizzazione del *disegno*. Fondamentale non è la conoscenza del linguaggio di programmazione, ma la *forma mentis* capace di scomporre ed analizzare il processo che

Fabrication

The only technology available today for the creation of such a digital model is 3D printing. After assessing the cost-benefit ratio and research intentions, the first experiments were conducted with the *Zcorp Spectrum Z510* plaster-based 3D Printing. Regardless of the software that generates the format needed for 3d printing (stereolithography) is .STL, which describes the model through a triangular mesh. If in a digital domain a surface is an ideal geometric object without thickness, its translation into the physical world requires specifications:

- correct topological relationship among the mesh triangles, which must not have discontinuities or overlays;
- clarify the perpendicular to the triangles to allow the machine to recognize the interior and exterior of the artifacts;
- optimizing printing speed in relation to material and geometry;
- considering that printers deposit layered material, moving vertically, it is necessary to provide the most correct arrangement to support the protruding parts to prevent the structure from collapsing during printing.

Conclusions

First results, still far from a real production application, are encouraging. Research shows that computational modeling not only allows the representation of minimal surfaces, but also it allows a sufficiently precise control for the manufacture, capable of producing resilient and light artifacts. The synergy with new machine tools is a decisive factor, but technology does not guarantee the development of a coherent project, because form is not only a result of a software or a production technology. The main characteristic of the new approach is that drafting a form description algorithm forces you to systematize the design. The key issue is not the knowledge of the programming language, a computational process cannot use the computer, but a *forma mentis* capable of decomposing and analyzing the steps that

conduce al risultato (disegno). Benché capace di gestire ed ottimizzare migliaia di dati relativi ad un problema, l'elaboratore non è infatti in grado di stabilire le regole di generazione, formulate dal progettista.

In un processo dove il modello digitale informa direttamente il macchinario capace di produrlo, il nuovo ruolo del disegno non è solo quello di strumento descrittivo e progettuale, ma anche quello di plasmare la materia attraverso la geometria. I nuovi artefici 4.0 dovranno possedere competenze specifiche e trasversali integrate dal disegno:

- la computazione che genera il modello richiede la geometria per la soluzione di problemi fisici, statici e meccanici;
- il modello che controlla la produzione richiede la padronanza dei processi di lavorazione digitale e la conoscenza delle caratteristiche dei materiali, già appannaggio dell'artigiano e dell'operaio specializzato.

In ultima analisi la Fabbricazione Digitale unisce le caratteristiche peculiari della produzione industriale come precisione e serialità, alla flessibilità dell'artigianato. La separazione tra il processo progettuale e quello produttivo si annulla, ricomponendo saperi oggi distinti nella figura del *maker*.

Note

¹ Kostas Terzidis nella sua opera *Expressive Form: A conceptual approach to Computational Design* (2003), definisce *Computation* (computazione) una modalità di disegno assistito dall'elaboratore dove è il progettista a creare il proprio strumento informatico. L'autore distingue così l'approccio *Computazionale* dalla *Computerization*, processo in cui entità predeterminate sono manipolate e memorizzate da un software di disegno digitale preconstituito.

² Lo studio delle proprietà notevoli e delle possibili applicazioni tecnologiche delle superfici minime è stato il tema di ricerca di una tesi di dottorato in Design: Buratti G., *Procedural Design and Ordered Complexity. Code, pattern and digital fabrication*. Supervisor Prof. Michela Rossi, Politecnico di Milano. Cycle XXVI.

³ Uno dei più performanti è il *Surface Evolver* di Ken Brakke, cfr. <http://www.susqu.edu/brakke/evolver/evolver.html>

⁴ Karl Theodor Wilhelm Weierstrass (1815 – Berlino, 1897) matematico tedesco uno dei padri dell'analisi moderna.

⁵ Una funzione ologomorfa è una funzione complessa di variabile complessa derivabile in ogni punto del suo insieme di definizione.

lead you to the outcome. Although able to manage and to optimize thousands of data related to a problem, the computer can't determine the generation rules, that must be formulated by the designer. To prepare the form to computation, you need to know the geometry. In a process where the digital model directly informs the machinery capable of producing it, the role of the design is not only descriptive and planning tool, but also to shape the material.

The "makers" must possess specific and transversal skills that will be integrated by design:

- the computation that generates the model requires geometry to solve physical, static and mechanical problems;
- the digital model that controls production requires the mastery of fabrication processes and the knowledge of material characteristics that are now owned by the craftsman and the worker.

Ultimately Digital Fabrication combines the peculiar characteristics of industrial production such as precision and seriality, and the flexibility of craftsmanship. The separation between the design and the production process is canceled, reassembling so far distinct knowledge into *maker* figure.

Notes

¹ In his work *Expressive Form: A conceptual approach to Computational Design* (2003), Kostas Terzidis defines *Computation* as a drawing mode assisted by the computer where is the designer the creator of his digital design tool. The author distinguishes the *Computational* approach from *Computerization* approach, Process in which predetermined entities are manipulated and stored by pre-established digital design software.

² The study of the remarkable properties and possible technological applications of the minimal surfaces was the subject of research of a PhD thesis in Design: Buratti G., *Procedural Design and Ordered Complexity. Code, pattern and digital fabrication*. Supervisor Prof. Michela Rossi, Politecnico di Milano. Cycle XXVI.

³ One with a good performance is the Ken Brakke's *Surface Evolver*. Brakke is a researcher at the Department of Mathematics of the University of Susquehanna. See <http://www.susqu.edu/brakke/evolver/evolver.html>

⁴ KARL THEODOR WILHELM WEIERSTRASS (1815 – Berlino, 1897) German mathematician, also known as the father of modern analysis.

⁵ An *olomorphic* function is a complex function of complex variable that can be derived at each point of its definition set.

Bibliografia / Bibliography

- Buratti Giorgio, Santini Marisa, Dellera Luca, Mosconi Giampiero, 2012. Sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e dispendio energetico nelle attività di costruzione tavolati e intonacatura in edilizia. *Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia*, vol. XXXIV sup. al n.3, 2012, Centro Studi Fondazione Maugeri, ISSN. 1592-7830.
- Buratti Giorgio, 2014. *Procedural Design and Ordered Complexity. Code, pattern and digital fabrication*. Supervisor Prof. Michela Rossi, Coordinator Prof. Francesco Trabucco, Cycle XXVI^o, Tesi di Dottorato di Ricerca in Design, Politecnico di Milano.
- Buratti Giorgio, 2013. Superficie minime periodiche La geometria dell'apparente casualità. In Andrea Casale, *Geometria descrittiva e rappresentazione digitale*, Roma: Edizioni Kappa, 2013, p. 133-140. Vol.2. ISBN: 9788865141687.
- Caneparo Luca, 2012. *Fabbricazione digitale dell'architettura. Il divenire della cultura tecnologica del progettare e del costruire*. Milano: Franco Angeli Editore, 272 p. ISBN: 9788856874686.
- Carpo Mario, 2011. *The alphabet and the algorithm*, Cambridge: The MIT Press, 184 p. ISBN: 9780262515801.
- Emmer Michele, 2009. *Bolle di sapone. Tra arte e matematica*. Torino: Collana Nuova cultura, Bollati Boringhieri, 2009, 301 p. ISBN: 9788833920238.
- Iwamoto Lisa, 2009. *Digital fabrications. Architectural and material techniques*. New York: Princeton Architectural Press, 2009, 144 p. ISBN: 9781616891787.
- Kolarevic Branko, 2003. *Architecture in the digital age - design and manufacturing*. New York: Taylor & Francis, 2003, 320 p. ISBN: 9780203634561.
- Picon Antoine, 2010. *Digital culture in architecture: an introduction for the design professions*. Basel: Birkhauser, 2010, 223 p. ISBN: 9783034602594.
- Rossi Michela, Buratti Giorgio, 2013. Algorithmic Transformation between Heritage and Design Innovation. In Gambardella Carmine (a cura di). *Heritage and Technology*. Mind Knowledge Experience. Napoli: La scuola di Pitagora editrice, 2013, 1271 p. ISBN: 9788865424162.
- Terzidis Kostas, 2003. *Expressive Form: A conceptual approach to computational design*. New York: Taylor & Francis, 90 p. ISBN: 9780415317443.