



unione italiana disegno

TRANSIZIONI TRANSITIONS

Attraversare Modulare Procedere
Cross Modulate Develop

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2023
44th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2023

a cura di/edited by

Mirco Cannella
Alessia Garozzo
Sara Morena

FrancoAngeli OPEN ACCESS

disegno

direttore Francesca Fatta
director Francesca Fatta

La Collana accoglie i volumi degli atti dei convegni annuali della Società Scientifica UID - Unione Italiana per il Disegno e gli esiti di incontri, ricerche e simposi di carattere internazionale organizzati nell'ambito delle attività promosse o patrocinate dalla UID. I temi riguardano il Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17 Disegno con ambiti di ricerca anche interdisciplinari. I volumi degli atti sono redatti a valle di una call aperta a tutti e con un forte taglio internazionale. I testi sono in italiano o nella lingua madre dell'autore (francese, inglese, portoghese, spagnolo, tedesco) con traduzione integrale in lingua inglese. Il Comitato Scientifico internazionale comprende i membri del Comitato Tecnico Scientifico della UID e numerosi altri docenti stranieri esperti nel campo della Rappresentazione.

I volumi della collana possono essere pubblicati sia a stampa che in open access e tutti i contributi degli autori sono sottoposti a double blind peer review secondo i criteri di valutazione scientifica attualmente normati.

The Series contains the proceedings volumes of the annual conferences of the UID Scientific Society - Unione Italiana per il Disegno and the results of international meetings, researches and symposia organized as part of the activities promoted or sponsored by the UID. The themes concern the Scientific Disciplinary Sector ICAR / 17 Disegno including also interdisciplinary research fields. The volumes of the proceedings are drawn up following an open call and with a strong international focus. The texts are in Italian or in the author's mother tongue (English, French, German, Portuguese, Spanish,) with full translation into English. The International Scientific Committee includes the members of the Scientific Technical Committee of the UID and numerous other foreign teachers who are experts in the field of graphic representation.

The volumes of the series can be published both in print and in open access and all the contributions of the authors are evaluated by a double blind peer review according to the current scientific evaluation criteria.

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Marcello Balzani *Università degli Studi di Ferrara*
Paolo Belardi *Università degli Studi di Perugia*
Stefano Bertocci *Università degli Studi di Firenze*
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*
Massimiliano Ciammaichella *Università IUAV di Venezia*
Enrico Cicalò *Università degli Studi di Sassari*
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*
Edoardo Dotto *Università degli Studi di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università degli Studi di Genova*
Francesca Fatta *Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*
Andrea Giordano *Università degli Studi di Padova*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*
Francesco Maggio *Università degli Studi di Palermo*
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Alberto Sdegno *Università degli Studi di Udine*
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*
Chiara Vernizzi *Università degli Studi di Parma*
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

Componenti di strutture straniere / Foreign institution components

Marta Alonso *Universidad de Valladolid - Spagna*
Atxu Amann y Alcocer *ETSAM Universidad de Madrid (UPM) - Spagna*
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture - Inghilterra*
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid - Spagna*
João Cabeleira *Universidade do Minho Escola de Arquitectura - Portogallo*
Alexandra Castro *Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto - Portogallo*
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia - Spagna*
Pilar Chías *Universidad de Alcalá - Spagna*
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid - Spagna*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa - Portogallo*
Gabriele Pierluisi *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover - Germania*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid - Spagna*
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña - Spagna*
Annalisa Viati Navone *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*

FrancoAngeli

OPEN ACCESS

Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma FrancoAngeli Open Access (<http://bit.ly/francoangeli-oa>). FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli ne massimizza la visibilità e favorisce la facilità di ricerca per l'utente e la possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

This volume is published in open access, i.e. the entire work file can be freely downloaded from the FrancoAngeli Open Access platform (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access is the platform for publishing articles and monographs, respecting ethical and qualitative standards and the provision of open access content. In addition to guarantee its storage in the major international OA archives and repositories and its integration with the entire catalog of F.A. magazines and series maximizes its visibility and promotes accessibility of search for the user and the possibility of impact for the author.

To know more:

http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Readers wishing to find out about the books and magazines we publish can consult our website: www.francoangeli.it and register on the home page to the "Newsletter" service to receive news via e-mail.

TRANSIZIONI TRANSITIONS

Attraversare Modulare Procedere Cross Modulate Develop

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2023
44th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2023

Palermo | 14-15-16 settembre 2023
Palermo | September 14th-15th-16th 2023

a cura di / edited by
Mirco Cannella, Alessia Garozzo, Sara Morena

ORGANIZZAZIONE E GESTIONE ATTI CONVEGNO ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONFERENCE PROCEEDINGS

Programmazione, coordinamento delle attività e
della redazione conclusiva
Planning, Coordination of Activities and
Final Editing
Vincenza Garofalo

Gestione e controllo dei dati
Data Management and Control
Vincenza Garofalo, Francesco Maggio

Istruzione e gestione della piattaforma
Platform Preparation and Management
Mirco Cannella

Revisione contenuti / Content Review
Alessia Garozzo, Sara Morena

Revisione e redazione impaginati
Layouts Review and Editing
Vincenza Garofalo

Verifica norme redazionali
Editorial Rules Review
Vincenza Garofalo
(coordinatore/coordinator)
Fabrizio Agnello
Fabrizio Avella
Mirco Cannella
Francesco Di Paola
Alessia Garozzo
Gianmarco Girgenti
Francesco Maggio
Sara Morena

Impaginazione / Lay Out
Laura Barrale
Mirco Cannella
Salvatore Damiano
Eleonora Di Mauro



**Università
degli Studi
di Palermo**



**DIPARTIMENTO
DI ARCHITETTURA
UNIPA**

44° Convegno Internazionale
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione
Congresso della Unione Italiana per il Disegno

44th International Conference
of Representation Disciplines Teachers
Congress of Unione Italiana per il Disegno

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Marcello Balzani *Università di Ferrara*
Paolo Belardi *Università di Perugia*
Stefano Bertocci *Università di Firenze*
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*
Massimiliano Ciammaichella *Università IUAV di Venezia*
Enrico Cicalò *Università di Sassari*
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*
Edoardo Dotto *Università di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*
Francesca Fatta *Università di Reggio Calabria*
Andrea Giordano *Università di Padova*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*
Francesco Maggio *Università di Palermo*
Caterina Palestini *Università di Chieti-Pescara*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Alberto Sdegno *Università di Udine*
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*
Chiara Vernizzi *Università di Parma*
Ornella Zerlenga *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*

Comitato strutture straniere / Foreign institutions components

Marta Alonso *Universidad de Valladolid*
Atxu Amann y Alcocer *Universidad de Madrid*
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture*
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid*
João Cabeleira *Universidade do Minho*
Alexandra Castro *Universidade do Porto*
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia*
Pilar Chías *Universidad de Alcalá*
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa*
Juan Francisco Garcia Nofuentes *Universidad de Granada*
Gabriele Pierluisi *Ecole d'architecture de Versailles*
Roser Martínez-Ramos e Iruela *Universidad de Granada*
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid*
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña*
Annalisa Viati Navone *Ecole d'architecture de Versailles*
Kim Williams *Emeritus Founding Editor Nexus Network Journal*

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

The texts as well as all published images have been provided by the authors for publication with copyright and scientific responsibility towards third parties. The revision and editing is by the editors of the book.

Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination

Francesco Maggio *Università di Palermo*
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

Comitato Promotore / Promoting Committee

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*
Fabrizio Avella *Università di Palermo*
Mirco Cannella *Università di Palermo*
Francesco Di Paola *Università di Palermo*
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*
Alessia Garozzo *Università di Palermo*
Gianmarco Girgenti *Università di Palermo*
Laura Inzerillo *Università di Palermo*
Francesco Maggio *Università di Palermo*
Manuela Milone *Università di Palermo*
Sara Morena *Università di Palermo*

Organizzazione e gestione eventi/Events organization and management

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*
Francesco Di Paola *Università di Palermo*
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*
Francesco Maggio *Università di Palermo*
Manuela Milone *Università di Palermo*

Organizzazione mostra / Exhibition organisation

Fabrizio Avella *Università di Palermo*
Manuela Milone *Università di Palermo*
con Costanza Giambruno

Identità visiva convegno e sito web / Visual identity conference and website

Mirco Cannella *Università di Palermo*
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

Coordinamento Segreteria Convegno / Conference secretariat coordination

Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

Revisori / Peer Reviewers

Tomas Abad	Daniele Colistra	Daniela Palomba
Giuseppe Amoruso	Antonio Conte	Sandro Parrinello
Fabrizio Agnello	Luigi Corniello	Maria Ines Pascariello
Marinella Arena	Pierpaolo D'Agostino	Giulia Pellegri
Adriana Arena	Massimo De Paoli	Francesca Picchio
Alessandra Avella	Antonella di Luggo	Manuela Piscitelli
Fabrizio Avella	Edoardo Dotto	Ramona Quattrini
Leonardo Baglioni	Tommaso Emler	Fabio Quici
Marcello Balzani	Maria Linda Falcidieno	Paola Venera Raffa
Laura Baratin	Laura Farroni	Veronica Riavis
Salvatore Barba	Marco Fasolo	Andrea Rolando
Cristiana Bartolomei	Francesca Fatta	Jessica Romor
Alessandro Basso	Marco Filippucci	Luca Rossato
Carlo Battini	Fausta Fiorillo	Daniele Rossi
Paolo Belardi	Vincenza Garofalo	Adriana Rossi
Stefano Bertocci	Fabrizio Gay	Michela Rossi
Marco Giorgio Bevilacqua	Andrea Giordano	Rossella Salerno
Carlo Bianchini	Gianmarco Girgenti	Marta Salvatore
Fabio Bianconi	Maria Pompeiana Iarossi	Cettina Santagati
Matteo Bigongiari	Manuela Incerti	Salvatore Santuccio
Maurizio Bocconcinio	Sereno Marco Innocenti	Marcello Scalzo
Alessio Bortot	Laura Inzerillo	Giovanna Spadafora
Stefano Brusaporci	Alfonso Ippolito	Roberta Spallone
Giovanni Caffio	Elena Ippoliti	Ilaria Trizio
Massimiliano Campi	Pedro Antonio Janeiro	Maurizio Unali
Cristina Candito	Mariangela Liuzzo	Graziano Mario Valenti
Mara Capone	Massimiliano Lo Turco	Michele Valentino
Alessio Cardaci	Alessandro Luigini	Starlight Vattano
Anna Laura Carlevaris	Francesco Maggio	Chiara Vernizzi
Valentina Castagnolo	Pamela Maiezza	Daniele Villa
Santi Centineo	Matteo Flavio Mancini	Marco Vitali
Stefano Chiarenza	Domenico Mediatì	Andrea Zerbi
Pilar Chías	Valeria Menchetelli	Ornella Zerlenga
Emanuela Chiavoni	Alessandra Meschini	Ursula Zich
Massimiliano Ciammaichella	Barbara Messina	
Maria Grazia Cianci	Cosimo Monteleone	
Enrico Cicalò	Anna Osello	
Alessandra Cirafici	Alessandra Pagliano	
Vincenzo Cirillo	Caterina Palestini	

Si ringraziano il Magnifico Rettore dell'Università di Palermo, prof. Massimo Midiri, e il Direttore del Dipartimento di Architettura, prof. Francesco Lo Piccolo, per il fattivo contributo alla realizzazione del convegno / We thank the Magnifico Rettore of the University of Palermo, prof. Massimo Midiri, and the Head of Department of Architecture, prof. Francesco Lo Piccolo, for their active contribution to the realization of the congress.

ISBN digital version 9788835155119

Copyright © 2023 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate
4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

12

Francesca Fatta

Prefazione | Preface

18

Francesco Maggio

Note sulla transizione | Notes on Transition

34

Riccardo Migliari Keynote Speaker

La prospettiva solida come strumento di analisi delle transizioni tra lo spazio euclideo e lo spazio della rappresentazione | Solid Perspective as a Tool for Analysing Transitions between Euclidean Space and Representation Space

ATTRAVERSARE CROSS

60

Mirco Cannella, Vincenza Garofalo, Alessia Garozzo

Attraversare

Cross

70

Adriana Arena

**I disegni di Francesco Paolo Labisi per il convento dei padri Crociferi a Noto
Francesco Paolo Labisi's drawings for the convent of the Crociferi Fathers in Noto**

90

Cristiana Bartolomei, Caterina Morganti

The Historical Transition of Human Body in Architecture

97

Francesco Bergamo

Drawing beyond Language and Images: Steps to Olfactory Representations

106

Alessio Bortot

**La carpenteria del legno. Alcune riflessioni sul rapporto tra modello e disegno
Wood Carpentry. Some Considerations on the Relationship between Model and Drawing**

122

Giorgio Buratti

**Disegno in transizione e transizione nel disegno. Passato e futuro degli esercizi di
Parquet Deformations
The Drawing Transition and Transition in the Drawing. Past and Future of Parquet Deformations Exercises**

139

Eduardo Carazo, Álvaro Moral, Javier Bravo

**Las ciudades y el tiempo: Transiciones en torno a la Catedral de Burgos
Cities and Time: Transitions around the Burgos Cathedral**

157

Laura Carlevaris

**Transitabile/in-transitabile. Il Canale della Manica tra storia e rappresentazione
Transitable/Intransitable. The English Channel between History and Representation**

177

Camilla Casonato

Archaeology and Natural Sciences. Giovanni Antonio Antolini's Unpublished Texts and Drawings

186

Camilla Casonato

Art du Trait. Considerations on Double Orthogonal Projection in Medieval Stereotomy

193

Santi Centineo

**"Mi parve pinta de la nostra effige". Alcune note critiche sulla creatività artificiale
"Mi parve pinta de la nostra effige". Some Critical Notes on Artificial Creativity**

209

Stefano Chiarenza

**Spazio a due dimensioni. Grafica assonometrica e ambiguità visiva nell'opera di
El Lissitzky
Two-Dimensional Space. Axonometric Graphics and Visual Ambiguity in the Work of El Lissitzky**

227

Pilar Chías, Tomás Abad, Lucas Fernández-Trapa

**Origen de la cartografía científica de los puertos de la Sierra de Guadarrama entre los Sitios Reales
The Origin of the Scientific Cartography of the Guadarrama Mountain Passes between the Royal Sites**

247

Emanuela Chiavoni, Gaia Lisa Tacchi

**Transizioni espressive nell'archivio dei disegni di architettura della scuola romana
Expressive Transitions in the Archive of Architectural Drawings by the Roman School**

269

Francesco Cotana

**Il disegno della transizione. Proposta di una tassonomia della rappresentazione del movimento dell'architettura
Drawing of the Transition. Proposal for a Taxonomy of Representation of Architecture in Motion**

283

Salvatore Damiano

**Transizioni virtuali: studio su un edificio non realizzato di Alberto Legnani a Castelfranco Emilia
Virtual Transitions: a Study on an Unbuilt Architecture by Alberto Legnani in Castelfranco Emilia**

309

Raffaella De Marco

**La rappresentazione info-grafica a supporto dei 'programmi di sviluppo' sul territorio per le agenzie umanitarie
Info-graphic Representation to Support 'Development Programmes' on the Territory for Humanitarian Agencies**

329

Jordi de Gispert Hernández, Isabel Crespo Cabillo, Sandra Moliner Nuño

**La finca Sansalvador de Jujol, un proyecto en continua transformación
Jujol's Sansalvador Villa, a Project in Continuous Transformation**

349

Massimo De Paoli, Luca Ercolin

**La Libreria Nuova del complesso conventuale di San Giuseppe in Brescia
The New Library of Conventual Complex of San Giuseppe in Brescia**

375

Edoardo Dotto

**Euristica dell'errore. La 'Stonehenge ricostruita' di Inigo Jones
Error Heuristics. Inigo Jones' 'Rebuilt Stonehenge'**

395

Josep Eixerés Ros, Hugo A. Barros Da Rocha E. Costa

**Del óleo al Gouache. Los dibujos de Sorolla en Nueva York
From Oil Painting through Gouache. The Drawings of Sorolla in New York**

413

Erika Elefante

**I sistemi impiantistici nel progetto. Un excursus storico dal disegno concettuale al modello digitale
Plant Systems in Design. A Historical Excursus from Conceptual Drawing to Digital Model**

427

Laura Farroni, Sara Berni

Itinerari della rappresentazione. Transizioni tra spazio scenico e pubblico nel teatro partecipativo
Itineraries of Representation. Transitions between Scenic Space and Public Space in Participative Theatre

447

Giuseppe Felici, Antonio Schiavo

Disegno come transizione tra storia e progetto: note su una continuità romana
Drawing as Transition between History and Design: Notes about a Roman Continuity

467

Emanuele Garbin

Grandezza: alcune considerazioni sul concetto di 'Bigness' in Rem Koolhaas
'Bigness': Notes on the Urban Theory of Rem Koolhaas

485

Fabrizio Gay

Transizioni al disegno artificiale
Transitions to Artificial Drawing

505

Alfonso Ippolito, Cristiana Bartolomei, Davide Mezzino, Vittoria Castiglione

Beyond Letarouilly

516

Pedro Antonio Janeiro, Fabiana Guerriero

Desenho como Transição: Realidade e A Outra-Realidade
Drawing as Transition: Reality and the Other-Reality

532

Pamela Maiezza, Alessandra Tata

Modeling Historic Architecture: a Reflection on Representation in the BIM Environment

538

Sofia Menconero, Matteo Flavio Mancini

Tabulae scalatae: ritratti anamorfici in transizione
Tabulae scalatae: Anamorphic Portraits in Transition

558

Alessandra Pagliano

Tra metamorfosi e anamorfofi: gli spazi surreali nei dipinti di Rob Gonsalves
Between Metamorphosis and Anamorphosis: Surreal Spaces in the Paintings of Rob Gonsalves

576

Martino Pavignano

Fortificazioni alla moderna e rappresentazione: esempi dalla trattatistica del XVI secolo
Fortificazioni alla Moderna and Representation: Examples from some 16th Century Treatises

598

Federico Rebecchini

Shin Takamatsu e l'origine di un disegno
Shin Takamatsu and the Origin of a Drawing

614

Salvatore Santuccio

Lo spazio dell'Annuncio. Portici, abitazioni, palcoscenici nella pittura italiana tra Trecento e Cinquecento
The Space of the Annunciation. Porticoes, Rooms, Stages in Italian Painting between the 1300s and 1500s

630

Marcello Scalzo

Giovanni Antonio Zamarin: la 'normalità' di un artista
Giovanni Antonio Zamarin: the 'Normality' of an Artist

646

Pasquale Tunzi

La metamorfosi comunicativa con Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)
The Metamorphosis of Communication Introduced by Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)

662

Michele Valentino, Simone Sanna

Verso un disegno post-digitale? Culture figurative nel disegno di architettura contemporaneo
Towards a Post-Digital Drawing? Figurative Cultures in Contemporary Architectural Drawing

678

Pedro Gabriel Vindrola

Discusión taxonómica del campo de las Extended Realities
Taxonomic Discussion of the Field of Extended Realities

MODULARE MODULATE

695

Fabrizio Agnello, Fabrizio Avella, Gian Marco Girgenti, Manuela Milone

Modulare
Modulate

707

Luis Agustín Hernández, Carla Ferreyra, Barbara Messina

Processo di digitalizzazione in HBIM per la gestione ampliata del patrimonio culturale. La Lonja de Zaragoza
Digitization Process in HBIM for Extended Cultural Heritage Management. The Lonja de Zaragoza

727

Giuseppe Amoroso, Andrea Manti

Canova digitale: il potere della copia tra rappresentazione e immaginazione tattile
Digital Canova: the Power of Copying between Representation and Tactile Imagination

745

Fabrizio Ivan Apollonio, Federico Fallavollita, Riccardo Foschi

Systematizing Virtual Reconstruction of Lost or Never Built Architectures

753

Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Mediatì

La grotta degli asceti. Rilievo e analisi dell'eremo di Santa Maria della Stella
The Cave of the Ascetics. Survey and Analysis of the Hermitage of Santa Maria della Stella

777

Grete Attademo

Lo spazio narrativo nel romanzo: dalla descrizione testuale all'illustrazione grafica
The Narrative Space in the Novel: from Textual Description to Graphic Illustration

793

Leonardo Baglioni, Lucrezia Di Marzio

Il controllo della forma nelle superfici libere dell'architettura contemporanea
Formal Control for Freeform Surfaces of Contemporary Architecture

810

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Filippo Carnacchini, Simona Ceccaroni, Michela Meschini, Chiara Mommi, Giulia Pelliccia, Marco Seccaroni

Hortus Lizori. Percorsi didattici sulla rappresentazione del paesaggio
Hortus Lizori. Educational Paths on the Representation of the Landscape

836

Antonio Bixio, Antonello Pagliuca, Giuseppe D'Angiulli

Il disegno del 'limite'. La chiesa della Madonna delle Vergini a Matera tra architettura e paesaggio
The Drawing of the 'Limit'. The Church of Madonna delle Vergini in Matera between Architecture and Landscape

854

Antonio Calandriello, Giuseppe D'Acunto

Architettura e Musica: le melodie 'mistiche' del chiostro benedettino dell'Abbazia di San Zeno a Verona
Architecture and Music: the 'Mystical' Melodies of the Benedictine Cloister of San Zeno Abbey in Verona

876

Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone

Il fenomeno delle ferrovie dismesse. Il di-ségno per descrivere, ricostruire e comunicare
The Phenomenon of Disused Railways. Drawing for Describe, Reconstruct and Communicate

894

Alessio Cardaci, Pietro Azzola, Jorge Felix Sinani Arcienega, Antonella Versaci

La digitalizzazione del patrimonio culturale: la collezione dei 'lapidei' del Museo delle Storie di Bergamo
Digitization of Cultural Heritage: the Collection of 'lapidei' of the Museum of the Histories of Bergamo

913

Marco Carpiceci, Antonio Schiavo, Tiziana Iazeolla

Il ponte dell'Isca. La ri-scoperta di un ponte romano nella media valle del Tammaro
The Isca Bridge. The Re-Discovery of a Roman Bridge in the Middle Tammaro Valley

937

Valentina Castagnolo, Luisa Eramo, Massimo Leserri, Anna Christiana Maiorano, Martina Minenna, Pasquale Potenza, Gabriele Rossi

Dinamiche di rappresentazione di un'architettura alla ricerca della sua identità
Dynamics of Representation of an Architecture in Search of its Identity

965

Martina Castaldi

Influenza della percezione visiva di Pompei nell'Europa del '700
Influence of the Visual Perception of Pompeii in the Europe of the 1700s

979

Vittoria Castiglione, Maria Belén Trivi

Conoscenza e trasmissione del patrimonio urbano romano: Piazza Montanara
Knowledge and Transmission of the Roman Urban Heritage: Piazza Montanara

997

Irene Cazzaro

Uncertainty in Hypothetical 3D Reconstructions: Technical, Visual and Cultural 'Transitions'

1008

Margherita Cicala

Le fortificazioni bastionate capuane. Ricostruzione e rappresentazione degli assetti difensivi
Capuan Bastioned Fortifications. Reconstruction and Representation of Defensive Arrangements

1030

Enrico Cicabò

Il disegno delle transizioni e la rappresentazione della cosmografia dello scudo di Achille
The Drawing of Transitions and the Representation of the Cosmography of the Shield of Achilles

1050

Federico Cioli, Serena Liviani

La ricostruzione virtuale del progetto ottocentesco di Giuseppe Martelli per Ponte Vecchio a Firenze
Virtual Reconstruction of the 19th Century Project by Giuseppe Martelli for Ponte Vecchio in Florence

1067

Vincenzo Cirillo

L'Éléphant triomphal a Parigi: dal disegno di progetto al simbolismo iconico alla ricostruzione virtuale
The Éléphant triomphal in Paris: from Design to Iconic Symbolism and Virtual Reconstruction

1089

Fabio Colonnese, Luca Guerini

Modellando Piero. Indagini ricostruttive sulla Madonna del Parto
Modelling Piero. Reconstructive Enquires on the Madonna del Parto

1111

Thomas Guido Comunian, Veronica Fazzina, Alessandro Martinelli, Simone Porro, Antonio Schiavo

Il motel Agip di Mario Ridolfi: dall'analisi grafica alla rappresentazione parametrica e immersiva
The Agip Motel by Mario Ridolfi: from Graphical Analysis to Parametric and Immersive Representation

1129

Graziana D'Agostino, Mariateresa Galizia, Raissa Garozzo, Federico Mario La Russa, Gloria Russo, Cettina Santagati

Le transizioni del disegno: fondi di archivio e rappresentazione digitale del Teatro Bellini (CT)
The Transitions of Design: Archival Funds and Digital Representation of Teatro Bellini (CT)

1153

Saverio D'Auria, Maria Ines Pascariello, Tomás Enrique Martínez Chao

Il digital twin dei siti culturali per l'inclusività e la valorizzazione. Il Castello Aragonese di Ischia
Digital Twin of Cultural Sites for Inclusiveness and Promotion. The Aragonese Castle of Ischia

1175

Angelo De Cicco, Luigi Corniello

Silenzi e riflessioni nel villaggio di Shurdhah in Albania
Silences and Reflections in the Village of Shurdhah in Albania

1197

Matteo Del Giudice, Nicola Rimella, Francesca Maria Ugliotti, Guillaume Tarantola, Anna Osello

Matrice delle transizioni nell'ambito disciplinare del Disegno
Matrix of Transitions in the Discipline of Drawing

1211

Giuseppe Di Gregorio

La chiesa di Santa Maria la Vetere a Militello, nella tradizione tra reale e virtuale
The Church of Santa Maria la Vetere in Militello, in the Tradition between Real and Virtual

1231

Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

L'interazione visibile: transizioni tra modelli analogici e digitali per le ricostruzioni storiche
Visible Interaction: Transitions between Analogical and Digital Models for Historical Reconstructions

1249

Maria Linda Falcidieno, Maria Elisabetta Ruggiero, Ruggero Torti

Il segno visivo del ponte Morandi a Genova: transizione di forme e significati
The Visual Sign of the Morandi Bridge in Genoa: Transition of Forms and Meanings

1267

Laura Farroni, Marta Faienza

I disegni del progetto di architettura del Novecento: dall'analogico storico alla transizione digitale
Architectural Design Drawings of the 20th Century: from Traditional Analogue to Digital Transition

1281

Marco Fasolo, Fabio Lanfranchi, Flavia Camagni

Skiagraphia, manifestazione proiettiva della transizione temporale del sole sull'architettura
Skiagraphia, Projective Manifestation of the Sun's Temporal Transition on Architecture

1301

Fausta Fiorillo, Corinna Rossi

Pitched-Brick Barrel Vaults and Biaxial Cross-Vaults in Egypt's Western Desert

1310

Hangjun Fu

Reverse modeling per la stampa 3D di complessi monumentali
Reverse Modeling for 3D Printing of Monumental Complexes

1330

Mara Gallo, Simona Scandurra

Transizioni artistiche da preservare: street art tra realtà fisica e conservazione digitale
Artistic Transitions to be Preserved: Street Art between Physical Reality and Digital Preservation

1352

Martina Gargiulo, Davide Carleo, Giovanni Ciampi, Michelangelo Scorpio, Pilar Chias Navarro

Modelli digitali per la conoscenza dei complessi monumentali spagnoli
Digital Models for the Knowledge of Spanish Historical Complex

1370

Giorgio Garzino, Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola

Didattica per il disegno degli elementi costruttivi di opere civili ed edili
Didactics for the Drawing of Constructive Elements of Civil and Building Works

1388

Fernanda Gerbis Felli Lacerda

Considerazioni sulla produzione teatrale di Gabriele D'Annunzio illustrata da caricature
Considerations on the Theatrical Production of Gabriele D'Annunzio Illustrated by Caricatures

1400

Fabiana Guerriero, Pedro Antonio Janeiro

Disegnare, modulare, sentire: mappe psicogeografiche per indagare l'identità della città di Lisbona
Drawing, Modulating, Feeling: Psychogeographical Maps to Investigate the Identity of the City of Lisbon

1420

Caterina Gabriella Guida, Lorena Centarti, Angelo Lorusso

Edu-verse: Designing 3D Learning Environments
Edu-verse: Designing 3D Learning Environments

1438

Maria Pompeiana Iarossi, Daniela Oreni, Fabrizio Banfi

Dalle case di carta alle case di pietra. Modulazioni di Pietro Lingeri sul tema della casa per l'artista
From Paper Houses to Stone Houses. Modulational by Pietro Lingeri on the Theme of the House for the Artist

1457

Manuela Incerti, Emanuele Borasio, Stefano Costantini, Gianmarco Mei, Andrea Sardo

Casa Romei, museo dei 5 sensi. Un focus sulla vista
Casa Romei, Museum of the 5 Senses. A Focus on Sight

1479

Sereno Marco Innocenti

Manet o Pistoletto? Riflettersi nella sala delle Prospettive di Palazzo Calini a Brescia
Manet or Pistoletto? Reflecting in the sala delle Prospettive at Palazzo Calini in Brescia

1497

Federica Itri

Documentazione del patrimonio architettonico: il rilievo della chiesa di San Menna a Sant'Agata de' Goti (BN)
Documentation of the Architectural Heritage: the Survey of the Church of San Menna in Sant'Agata de' Goti (BN)

1517

Ali Yaser Jafari, Marianna Calla

Shapes and way of inhabiting the excavated architecture: knowledge and comparison of the cave dwellings in Banyan and Matera

1528

Rossella Laera, Marilena Renne, Paola Parisi

Disegno di nuovi spazi urbani e percorrenze culturali nel patrimonio storico di Stigliano (MT)
Design of New Urban Spaces and Cultural Itineraries in the Historical Heritage of Stigliano (MT)

1546

Silvia La Placa, Francesca Galasso

Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile
From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage

1572

Silvia La Placa, Marco Ricciarini

Documentare e rappresentare bassorilievi e decorazioni per conoscere e valorizzare il patrimonio
Documenting and Representing Bas-Reliefs and Decorations to Know and Value Heritage

1590

Gennaro Pio Lento

Processi di transizione architettonica e culturale dell'isola di Hydra in Grecia
Architectural and Cultural Transition Processes on the Island of Hydra in Greece

1612

Gabriella Liva

Transitus Signa. Il complesso monastico medioevale di San Giorgio Maggiore a Venezia
Transitus Signa. The Medieval Monastic Complex of San Giorgio Maggiore in Venice

1634

Daniel López, Víctor Lafuente, Antonio Álvaro, David Marcos, Marta Martínez, Carlos Hernández

Análisis gráfico del antiguo Cuartel de Caballería de Zamora
Graphic Analysis of the Old Zamora Cavalry Barracks

1650

Arianna Lo Pilato

Le Fontane del Re: conoscenza e valorizzazione dei monumenti lungo la Strada Regia delle Puglie
The Fountains of the King: Knowledge and Enhancement of Monuments along the Strada Regia delle Puglie

1664

Adriana Marra

From Survey to Digital Reconstruction. Study of a Roman Fragment of an Ionic Volute

1673

Maria Clara Amado Martins

Lygia Pape. A obra *Tteia I* na Bienal de Veneza e a transição sensível entre linhas e teias
Lygia Pape. The Work *Tteia I* at the Venice Biennale and the Sensitive Transition between Lines and Webs

1687

Silvia Masserano

Dai disegni analogici all'esplorazione in ambiente immersivo: la Stazione Auto-corriere di U. Nordio
From Analogue Drawings to Exploration in Immersive Environment: the Bus Station of U. Nordio

1709

Valeria Menchetelli, Cosimo Monteleone

Archetipi della transizione: il *Viaggio al centro della Terra* di Jules Verne
Archetypes of Transition: Jules Verne's *Journey to the Centre of the Earth*

1729

Riccardo Miele

Approcci multi-scalari per descrivere e comunicare il patrimonio campanario di Napoli
Multi-scalar Approaches to Describe and Communicate the Belfry Heritage of Naples

1745

Carlos Montes Serrano, Sara Peña Fernández

Architecture Analysis by the Comparative Method

1752

Fabrizio Natta

Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in *Visual Programming Language*
Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language

1766

Claudia Naz-Gómez, Manuel de-Miguel-Sánchez, Alberto Lastra-Sedano

Transición desde el cuadrado a la elipse. La cripta barroca del Convento de San Francisco de Guadalupe
Transition from the Square to the Ellipse. The Baroque Crypt of the Convent of San Francisco in Guadalupe

1784

Caterina Palestini, Lorenzo Pellegrini

Le transizioni del progetto nei disegni degli archivi di architettura
The Transitions of the Project in the Drawings of the Archives of Architecture

1806

Sandro Parrinello

Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio
Documenting a Cultural Route through Landscape Representation and Materialisation Procedures

1824

Assunta Pelliccio, Marco Saccucci, Virginia Miele

AI Text-To-Image for the Representation of Treaties Texts. The Case Study of *Le Vite* by Vasari

1832

Francesca Picchio, Luis Cortés Meseguer, Giulia Porcheddu

Disegnare un sistema informativo 3D per la promozione della rotta culturale di Jaime I a Valencia
Designing a 3D Information System for the Promotion of the Cultural Route of Jaime I in Valencia

1858

Marta Pileri

Dall'illustrazione alla realtà immersiva: l'evoluzione del *visual journalism*
From Illustration to Immersive Reality: the Evolution of Visual Journalism

1874

Nicola Pisacane, Pasquale Argenziano, Alessandra Avella

Modellazione parametrica delle gemme dall'*Encyclopedie*. Analisi geometrica e criticità morfologiche
Parametric Modeling of Gemstone from the *Encyclopedie*. Geometric Analysis and Morphological Problems

1896

Manuela Piscitelli

La dimensione visuale dei nativi digitali
The Visual Dimension of Digital Natives

1918

Lorella Pizzonia

La Chiesa di Piedigrotta a Pizzo. Due modalità di rappresentazione per guardare attraverso
The Church of Piedigrotta in Pizzo. Two Modes of Representation to Look through

1938

Marta Quintilla-Castán, Luis Agustín-Hernández

Un sistema de gestión de código abierto para el inventario del patrimonio de estilo Gótico Mediterráneo
An Open Source Heritage Management System for the Inventory of the Mediterranean Gothic Style

1954

Giovanni Rasetti

Disegnare l'invisibile, il paesaggio. Esperimenti con intelligenza artificiale *text to image*
Drawing the Invisible, the Landscape. Experiments with Artificial Intelligence Text to Image

1970

Veronica Riavis

Geometrie e transizioni dal paesaggio all'architettura: l'abitare a Lignano per Marcello D'Olivo
Geometries and Transitions from Landscape to Architecture: Living in Lignano by Marcello D'Olivo

1986

Francesca Ronca, Enrico Pupi

Dalla pianta al volume: transizioni e trasformazioni geometriche del cerchio nell'architettura di Mario Botta
From Plan to Volume: Transitions and Geometric Transformations of the Circle in Mario Botta's Architecture

2002

Luca Rossato

Do Students Dream of Electronic Worksheets? The 'Grade Runner' Dilemma

2009

Marta Salvatore

Geometrie in movimento nelle architetture cinetiche
Geometries in Motion in Kinetic Architecture

2025

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

Tra tradizione e innovazione: geometrie e sviluppo del campanile a maggiore elevazione
Between Tradition and Innovation: Geometry and Development of the Bell Tower with higher Elevation

2045

Nicoletta Sorrentino

Dai transatlantici alle navi da crociera: comunicazione visiva e corporate image tra analogico e digitale
From Ocean Liners to Cruise Ships: Visual Communication and Corporate Image between Analogue and Digital Modes

2063

Roberta Spallone, Marco Vitali, Valerio Palma, Laura Ribotta

Fra spazio fisico e digitale: ricostruzione e comunicazione del complesso del Castello di Mirafiori
Between Physical and Digital Space: Reconstruction and Communication of the Castello di Mirafiori Complex

2085

Francesco Stilo

Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Casi studio in Calabria
Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Case Studies in Calabria

2107

Ilaria Trizio, Francesca Savini

L'ultima dimora di Pino Zac: documentazione e valorizzazione digitale di uno studio d'artista
The Last Home of Pino Zac: Documentation and Digital Enhancement of an Artist's Studio

2129

Starlight Vattano

Ca' Venier e ponte dell'Accademia nel 1985. Tre immagini transitorie
Ca' Venier and Ponte dell'Accademia in 1985. Three Transitional Images

2151

Marco Vedò

Imaging the Cultural Landscapes of Remote Areas. Storytelling, Fragilities and Future Scenarios

2162

Andrea Zerbi, Sandra Mikolajewska

Un'installazione di video mapping per la valorizzazione del Teatro Farnese di Parma
Video Mapping Installation for the Valorization of the Farnese Theatre in Parma

2180

Ursula Zich

Transizioni comunicative nella narrazione dell'Italia oltre ai suoi confini (1924-1929)
Communicative Transitions on Italy's Telling beyond its Borders (1924-1929)

PROCEDERE DEVELOP

2198

Francesco Di Paola, Laura Inzerillo, Sara Morena

Procedere
Develop

2208

Luis Agustín Hernández, Javier Domingo Ballester, Aurelio Vallespin Muniesa

Arte fluido come proceso creativo para los murales de una residencia en Teruel
Fluid Art as a Community Creative Process for Teruel Nursing Home Murals

2223

Alessio Altadonna

Messina ricostruita in pietra artificiale: la grafica di palazzo Mariani per il progetto di restauro
Messina Rebuilt in Artificial Stone: the Graphics of Palazzo Mariani for the Restoration Project

2244

Sara Antinozzi, Marco Limongiello, Laura A. Lopresti, Salvatore Barba

Progetto e ottimizzazione di processi image-based per acquisizioni a scala di dettaglio
Design and Optimisation of Image-Based Processes for Detail-Scale Acquisitions

2260

Giuseppe Antuono, Pierpaolo D'Agostino

Verso la modellazione informativa per il progetto di restauro. Il Teatrino di Corte della Reggia di Portici
Toward Information Modeling in Restoration Projects. The Court Theater of the Royal Palace of Portici

2280

Martina Attenni, Maria Laura Rossi

Riflessioni sulla rappresentazione della tipologia architettonica. Transizioni tra epoche e arti
Reflections on the Representation of Architectural Typology. Transitions between Eras and Arts

2304

Marcello Balzani, Federica Maietti, Fabiana Raco, Francesco Viroli, Gabriele Giau

Il transitare della memoria. Quando il tempo trasforma gli oggetti per un nuovo spazio
Memory Transitions. As Time Turns Objects into New Space

2320

Laura Baratin, Francesca Gasparetto, Veronica Tronconi

L'opera Elba di Pietro Consagra: nuovi paradigmi analitico-documentali per l'intervento di restauro
Pietro Consagra's Artwork *Elba*: New Analytical-Documentary Paradigms for Restoration Intervention

2342

Roberto Barni, Carlo Bianchini, Marika Griffò, Carlo Inglese

Lo spazio rivelato: la Sagrestia Nuova tra rilievo e rappresentazione
The Unveiled Space: the Sagrestia Nuova between Survey and Representation

2358

Cesare Battelli, Alessandra Grafici, Ornella Zerlenga

Transizioni digitali: artefatti dalle macchine intelligenti. Riflettendo con Cesare Battelli
Digital Transitions: Artefacts from Intelligent Machines. Considerations with Cesare Battelli

2380

Carlo Battini

Intelligenza artificiale tra scienza e creatività. Casi studio nelle arti visive
Artificial Intelligence between Science and Creativity. Case Studies in the Visual Arts

2394

Paolo Belardi

L'invenzione dei percorsi pedonali meccanizzati. Dalla città delle automobili alla città dei pedoni
The Invention of Mechanized Pedestrian Paths. From the City of Cars to the City of Pedestrians

2414

Stefano Bertocci, Matteo Bigongiari

Remote sensing e rilievo architettonico per il restauro della moschea Al Raabiya a Mosul (Iraq)
Remote Sensing and Architectural Survey for the Restoration of the Al Raabiya Mosque in Mosul (Iraq)

2431

Noemi Bitterman, Giovanna Ramaccini, Angelica Ravanelli

HeterOffice. Concept progettuale per una postazione di lavoro flessibile nello spazio domestico
HeterOffice. Design Concept for a Flexible Workstation in the Domestic Space

2445

Cecilia Bolognesi, Domenico D'Uva

Multiscalar Digital Twin. Step Representation towards Urban Multiverse

2454

Emanuela Borsci, Angela Guida

Ri-abitare patrimoni fragili: il caso studio di Pomarico
Re-inhabiting Fragile Heritages: Pomarico Case Study

2472

Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa

L'incanto nella cultura di un intreccio femminile. Tra ornamento e rappresentazione
The Enchantment in the Culture of a Feminine Interweaving. Between Ornament and Representation

2490

Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza

The Church of St. Giusta in Bazzano (L'Aquila). Documentation and Survey

2499

Marianna Calia, Alessandra Matera, Mariapia Pace

Ri-disegno di percorsi e micro-architetture nel parco museale di Craco Vecchia
Re-design of Routes and Micro-Architectures in the Museum Park of Old Craco

2521

Michele Calvano, Luciano Cessari, Elena Gliorelli

Tradition in Innovation. Some Considerations on SLAM Technique Integration for Historic Buildings

2531

Cristina Cándito, Ilenia Celoria, Alessandro Meloni

Verso un'architettura... accessibile. Un'esperienza didattica: dai principi alle applicazioni
Towards an... Accessible Architecture. An Educational Experience: from Principles to Applications

2555

Mara Capone, Angela Cicala, Lorenzo Esposito, Giovanni Nocerino

Geometrie programmate: AAD sperimentazioni di graphic design
Programmed Geometries: AAD Graphic Design Experimentation

2577

Massimiliano Ciammaichella

Idoli virtuali. Rappresentazioni di corpi in transito e modelli estetici da incarnare
Virtual Idols. Representations of Bodies in Transit and Aesthetic Models to be Embodied

2595

Maria Grazia Ciani, Daniele Calisi, Stefano Botta, Sara Colaceci, Matteo Molinari, Michela Schiaroli

Digital twin ed esperienza immersiva in VR: il caso studio dell'ex mattatoio di Testaccio, Roma
Digital Twin and Immersive Experience in VR: the Case Study of the ex Mattatoio of Testaccio, Rome

2613

Paolo Cini, Jesús Muñoz Cádiz, Umberto Ferretti, José Luis Domínguez Jiménez, Miriam González Nieto

Digital Transition for Heritage Management and Dissemination: via Flaminia and Corduba-Emerita

2623

Francesca Condorelli, Alessandro Luigini, Giuseppe Nicastro, Barbara Tramelli

Disegno e intelligenza artificiale. Enunciati teorici e prassi sperimentale per una poiesi condivisa
Drawing and Artificial Intelligence. Theoretical Statements and Experimental Practice for a Shared Poiesis

2641

Antonio Conte, Rossella Laera, Carmela D'Andrea

Ricomposizione di parti urbane di antico impianto tra Palazzo Spagna e il Piantello di Accettura
Reconstruction of Ancient Urban Parts between Palazzo Spagna and the Piantello di Accettura

2659

Virginia De Jorge Huertas

Construyendo transiciones pedagógicas híbridas
Building Hybrid Pedagogical Transitions

2673

Irene De Natale

Comunicazione della città contemporanea: la grafica generativa per le identità visive dinamiche
The Communication of the Contemporary City: Generative Graphics for Dynamic Visual Identities

2685

Andrea di Filippo

Transition to Parametric Modelling in Heritage Documentation

2692

Francesca Fatta, Sonia Mollica

Spazi virtuali in luogo reale. Narrazioni tra storia e paesaggio del Faro di Capo Colonna
Virtual Spaces in Real Place. Narratives between History and Landscape of the Capo Colonna Lighthouse

2710

Marco Filippucci, Fabio Bianconi

Disegnare per rigenerare i nostri luoghi. Nuove relazioni fra comunità e spazi pubblici
Drawing to Regenerate our Places. New Relationships between Communities and Public Spaces

2728

Wilson Florio, Ana Tagliari

Geometric and Parametric Modeling to Identify the Characteristics of Niemeyer's V Columns

2737

Noelia Galván Desvaux, Marta Alonso Rodríguez, Raquel Álvarez Arce, Daniel Galván Desvaux

Archivos digitales de arquitectura: la transformación de la difusión del dibujo
Digital Archives of Architecture: the Transformation of Drawing Dissemination

2755

Elisabetta Caterina Giovannini

Digital Transitions for the Use and Reuse of Digital Assets for Museum Collections

2767

Sara Gonizzi Barsanti, Umberto Palmieri, Adriana Rossi

Fotogrammetria a distanza ravvicinata: un campione di muro composto di anfore
Close Range Photogrammetry: a Wall Sample Composed of Jugs

2789

Beatriz S. González-Jiménez, Marco Enia

Digital Unrealities. Photo(Un)Realism and Alienation in Contemporary Postdigital Architecture

2797

Alberto Grijalba Bengoetxea, Julio Grijalba Bengoetxea, M. Lucía Balboa Domínguez

El encanto de lo nuevo
The Charm of the New

2817

Manuela Incerti, Cristian Boscaro, Stefano Costantini

Laser scanner a confronto: problematiche e potenzialità nella restituzione grafica 2D di un bene storico
Comparison between Laser Scanners: Problems and Potential in the 2D Drawings of a Historical Building

2835

Elena Ippoliti, Vincenzo Maselli, Chiara Fiaschi

Dal testo verbale al testo estetico del fumetto. Un esercizio di stile
From Verbal Text to Aesthetic Text in Comics. An Exercise in Style

2853

Elena Ippoliti, Noemi Tomasella

Misurare e disegnare: tra modelli di dati e modelli grafico-geometrico-analitici
Measurement and/or Drawing: Between Models of Data and Graphical/Geometric/Analytical Models

2873

Emanuela Lanzara

Oltre il visibile: dispositivi lenticolari per i beni culturali tra fotografia e diagnostica
Beyond the Visible: Lenticular Tools for Cultural Heritage between Photography and Diagnostics

2894

Mariangela Liuzzo, Dario Caraccio, Laura Floriano

Transizioni digitali e fisiche per i beni museali
Digital and Physical Transitions for Museum Assets

2914

Massimiliano Lo Turco, Andrea Tomalini, Jacopo Bono

Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici
A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models

2931

Carlos L. Marcos

Colour as a Sensible Property of Matter and as an Expressive Tool. Copying vs. Emulating

2939

Marco Medici, Federica Maietti

Digital Transitions for a Comprehensive 3D Documentation: European Trends for Heritage Preservation

2947

Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve, Hugo Barros Costa

Dos bóvedas en la Lonja de Valencia. Experimentación y seriación en la arquitectura del Siglo XV
Two Vaults in the Lonja of Valencia. Experimentation and Serialization in the Architecture of the XV Century

2969

Alice Palmieri

Rappresentazioni AI nella comunicazione del patrimonio culturale: nuovi scenari del digital storytelling
AI Representations in Cultural Heritage Communication: New Scenarios of Digital Storytelling

2987

Roberto Pedone, Alessandra Dichio, Claudia Cittadini

Progetto di ridisegno urbano di Craco Peschiera: servizi e strategie di valorizzazione
Craco Peschiera Urban Re-Design Project: Services and Enhancement Strategies

3007

Fabio Planu, Dario Rizzi, Gabriele Fredduzzi

Piattaforme digitali integrate per la gestione del patrimonio costruito esistente: il progetto InSPIRE
Integrated Digital Platforms for the Management of the Existing Built Heritage: the InSPIRE Project

3023

Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio

Processi di transizione digitale per i musei: il Palazzo Ducale di Urbino nel progetto CIVITAS
Museum Digital Transition Processes: the Ducal Palace of Urbino within the CIVITAS Project

3045

Piergiuseppe Rechichi, Lorenzo Cintali, Valeria Croce, Andrea Piemonte, Massimiliano Martino, Marco Giorgio Bevilacqua, Federico Cantini, Gianluca Martinez

Digitalizzazione del patrimonio archeologico: procedure H-BIM per lo scavo della chiesa di San Sisto (Pisa)
Digitization of Archaeological Heritage: H-BIM Procedures for the San Sisto's Church Excavation (Pisa)

3065

Leopoldo Repola

Architetture del mare. Un metodo per lo studio delle tonnare
Architectures of the Sea. A Method for the Study of Tonnare

3083

Andrea Rolando, Alessandro Scandiffio
Mapping Landscape Qualities in Inner Areas and UNESCO Sites in North Sicily by a GIS Multisource Geodatabase

3091

Jessica Romor, Graziano Mario Valenti
Modelli procedurali per l'ideazione, il controllo e la generazione della forma libera negli apparati decorativi
Procedural Models for the Conception, Control and Generation of Free Form in Decorative Apparatuses

3109

Luca Rossato, Guido Galvani, Greta Montanari, Dario Rizzi
Digital Storytelling about the São Paulo Independence Monument: between Lost Memories and Italian Legacy

3118

Michela Rossi, Sara Conte, Luca Armellino
Punti di vista. Gli spazi virtuali tra analogico e digitale
Points of View. Virtual Spaces between Analogical and Digital

3134

Anna Sanseverino, Anna Dell'Amico
Progettazione di un percorso museale in ambiente BIM attraverso applicazioni di Real-Time Rendering
Museum Itinerary Design within a BIM Environment via Real-Time Rendering Tools

3156

Luca J. Senatore, Michela Moroni
Progettare dall'infanzia: rappresentare e produrre per un apprendimento inclusivo
Design from Childhood: Representing and Producing for Inclusive Learning

3176

Andrea Sias
Transizione dal reale al virtuale in ambito medico-sanitario
Transition from Real to Virtual in Healthcare

3189

Giovanna Spadafora, Michela Ceracchi, Antonio Camassa
I modelli per la Geometria descrittiva: transizioni tra spazio reale e virtuale
Models for Descriptive Geometry: Transitions between Real and Virtual Space

3207

Gabriele Stancato, Barbara Ester Adele Piga
Exploring the Landscape of Virtual and Augmented Reality Laboratories in Top Universities Worldwide

3216

Martina Suppa, Federica Maietti, Fabiana Raco
Documenting Theatres as Spaces for 'Transitions'

3226

Maurizio Unali, Giovanni Caffio, Fabio Zollo
Transizioni d'immagini e architetture al tempo dell'IA. Modelli semantici in cerca di autore
Transitions of Images and Architectures in the Time of AI. Semantic Models in Search of an Author

3244

Graziano Mario Valenti, Francesca Porfiri
Apparati decorativi: l'Arco di Tito fra tracce originali, trasformazioni e interpretazioni temporali
Decorative Apparatus: the Arch of Titus between Original Traces, Transformations, Temporal Interpretations

3260

Cesare Verdoscia, Michele Buldo, Riccardo Tavolare, Elena Cabrera-Revuelta, Antonella Musico
Sensor Data Fusion per i processi Scan to BIM. La Chiesa Ognissanti di Valenzano, Bari
Sensor Data Fusion for Scan to BIM Processes. The All Saints' Church in Valenzano, Bari

3278

Ornella Zerlenga, Rosina Iaderosa
L'Intelligenza Artificiale sarà in grado di sostituirsi alla creatività umana?
Will Artificial Intelligence Be Able to Replace Itself to Human Creativity?



Geometrie in movimento nelle architetture cinetiche

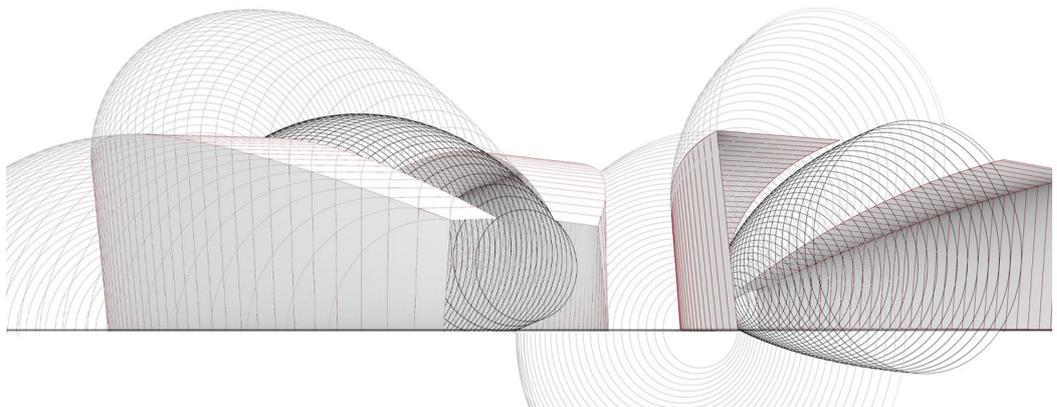
Marta Salvatore

Abstract

L'architettura contemporanea ha visto negli ultimi anni un significativo incremento nella progettazione e nella realizzazione di architetture cinetiche. La necessità di modificare la forma di un edificio per rispondere ad esigenze climatiche e funzionali ha alimentato la sperimentazione di diverse specie di movimento. Questa varietà ha portato ad interrogarsi circa il ruolo della geometria della forma nei processi di genesi degli algoritmi che sono alla base del movimento, alimentando una ricerca intorno alle ragioni del cinematismo fondata sull'analisi geometrica di un campione significativo di architetture. Questa lettura critica ha favorito un'ipotesi di classificazione del moto in architettura, che vede nei movimenti rigidi di superfici luogo geometrico un ambito proprio della geometria della forma. Ampio è il repertorio delle architetture cinetiche che rispondono alle leggi della geometria, ma per alcune di queste, alle quali si è voluto dare spazio, le ragioni della forma divengono espressione di un linguaggio architettonico.

Parole chiave

architetture cinetiche, superfici rigate, superfici piegate, architectural geometry, Santiago Calatrava



Algoritmi che generano il movimento. Elaborazione grafica di A. Natale.

Introduzione

Negli ultimi anni l'architettura contemporanea ha visto una significativa produzione di architetture cinetiche che hanno alimentato un consistente e vario repertorio di modelli. Il movimento, che risponde ad esigenze diverse generalmente climatiche e funzionali, si configura oggi in architettura, come un'occasione di sperimentazione morfologica, capace di esplorare i luoghi della transizione dove opera la mutevolezza della forma in continuo divenire [Zuk, Clark 1970; Musacchio 2009; Schumacher, Vogt, Córdón Krumme 2020]. L'idea di movimento allude ad un concetto tanto seduttivo quanto generico e sfuggente se non sono esplicitate le leggi che lo governano. Le riflessioni che seguono guardano al cinematismo in architettura con gli occhi della geometria, interrogandosi sulle ragioni del moto e sul ruolo che le proprietà geometriche della forma assumono nei processi di genesi delle superfici cinetiche.

Sulle ragioni del movimento

Un'analisi comparativa di un campione significativo di progetti realizzati dalla fine del secolo scorso fino ad oggi ha spinto ad individuare una serie di categorie di movimento alle quali riferire le opere realizzate, nel tentativo di esplorare in maniera ordinata l'ampio repertorio di modelli che consentono oggi l'espressione dei linguaggi cinetici delle architetture contemporanee.

In generale il movimento di un'architettura cinetica può interessare l'involucro esterno dell'edificio oppure riguardare l'intera struttura, risultando in entrambi i casi di tipo elastico oppure rigido.

I movimenti elastici degli involucri riguardano generalmente la deformazione delle membrane esterne, che può essere pneumatica oppure indotta dal movimento della struttura come, riferendosi ad esempi concreti, nel grattacielo Kinetower progettato nel 2011 dal gruppo Kinetura o nel One ocean pavilion realizzato nel 2012 da Soma architecture in Corea del sud [Schumacher, Vogt, Córdón Krumme 2020, pp. 190-191]. Meno diffusi sono invece i casi nei quali il movimento elastico interessa la deformazione complessiva della struttura, che sembrano riguardare principalmente padiglioni e installazioni, come il muro cinetico АΝΥΠΑΚΟΗ / Disobedience realizzato da Studio Ini a Londra nel 2018.

Più ampio risulta il repertorio delle architetture dinamiche che rispondono invece a movimenti di tipo rigido. In un movimento rigido, che si intende perciò privo di deformazioni, gli enti mobili rispondono a determinate leggi della geometria, che possono essere dipendenti o indipendenti dalla forma dell'oggetto che si muove. Se i movimenti che non dipendono dalla forma sono generalmente eseguibili tramite traslazioni o rotazioni di intere strutture o parti di esse, quelli che invece dipendono dalla forma trovano ragion d'essere nelle proprietà di classi speciali di superfici luogo geometrico. Sono ascrivibili a questa categoria le superfici piegate e classi speciali di superfici curve e a doppia curvatura. Riferendosi ad applicazioni concrete possiamo riconoscere movimenti rigidi ottenuti per traslazione di elementi singoli nell'involucro della Fosun Foundation di Shanghai, progettata da Heatherwick Studio con Foster + Partners e realizzata nel 2017, nella quale i tre elementi sovrapposti traslano gli uni sugli altri ruotando lungo il perimetro dell'edificio (fig. 1a), e ancora nel MegaFace pavilion di Asif Khan realizzato nel 2014 a Sochi, in Russia capace di riprodurre i volti dei passanti traslando orizzontalmente pixel tridimensionali [Schumacher, Vogt, Córdón Krumme 2020, pp. 188-189]. Traslazioni e in particolare rotazioni interessano anche interi organismi edilizi, come il progetto della Dynamic House, progettata in diversi prototipi da DHaus Company, i cui ambienti incernierati fra loro ruotano riconfigurando la casa in funzione dei cambiamenti di stagione (fig. 1b).

Movimenti rigidi ottenuti per piegatura di superfici interessano invece le geometrie che muovono gli origami [Casale, Valenti 2012] e che ne governano la forma tramite rotazione di elementi piani contigui che alterano la morfologia complessiva dell'involucro o della struttura. Rispondono a questo tipo di genesi progetti come quello dell'involucro respon-

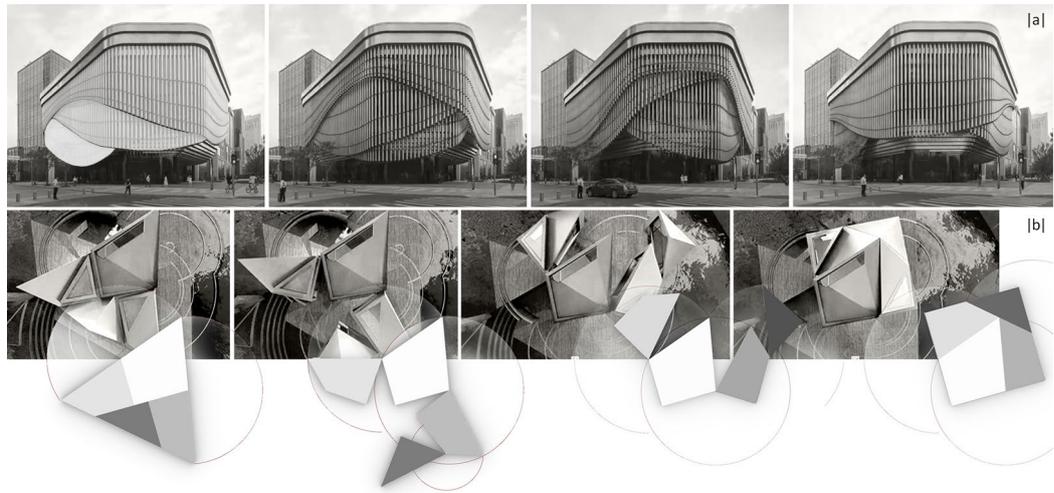


Fig. 1. Movimento di traslazione della facciata della Fosun Foundation (a) e ricostruzione del movimento della Dynamic House sulla base del video di DHaus Company (b). Elaborazione grafica dell'autrice.

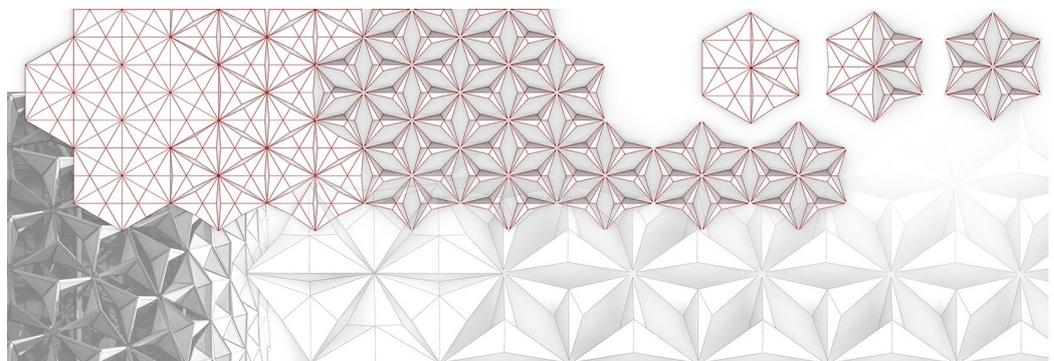


Fig. 2. Ricostruzione delle geometrie alla base delle superfici piegate dell'involucro delle Al Bahr Towers. Elaborazione grafica dell'autrice.

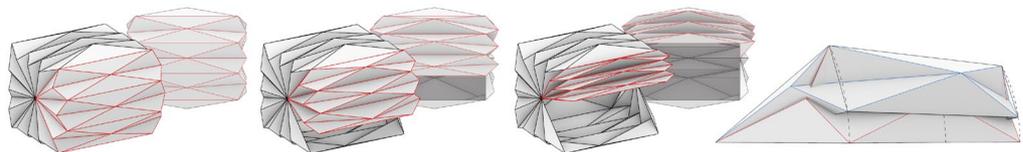


Fig. 3. Ricostruzione delle superfici piegate del Canary Wharf Kiosk. Elaborazione grafica dell'autrice.

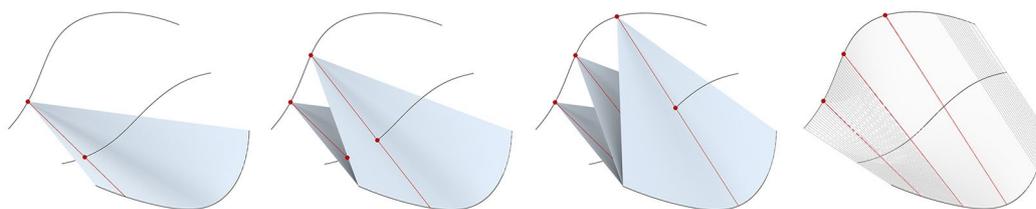
sivo delle Al Bahr Towers di Abu Dhabi, progettate da AHR Architects e realizzate nel 2012, composto da elementi triangolari equilateri divisi secondo le rispettive altezze in sei triangoli che, ruotando intorno a queste, generano aperture di ampiezza variabile (fig. 2); lo stesso modello geometrico è anche alla base del movimento delle superfici responsive della Resonant chamber di RVTR. Ancora piegate possono considerarsi le superfici delle terrazze a scomparsa del Cpo De Hallen Noord realizzate tra il 2014 e il 2017 dal Team Hofman Dujardin, o ancora l'involucro del Canary Wharf Kiosk, progettato nel 2013 da Make Architects (fig. 3).

I movimenti rigidi che consentono invece ad una superficie a doppia curvatura di muoversi o ancor più di modificare con continuità la propria forma durante il movimento trovano, come vedremo, ragione geometrica nelle proprietà di alcune classi speciali di superfici luogo geometrico.

Sui 'luoghi' del movimento

In generale una superficie luogo geometrico è immagine di tutte le posizioni che può assumere nello spazio un ente che si muove secondo una determinata legge. Sono espressione di questi 'luoghi' intere classi di superfici che soddisfano determinate condizioni. Fra i luoghi geometrici capaci di muoversi generando trasformazioni continue della forma, un

Fig. 4. Dimostrazione esistenziale delle superfici rigate data da Gaspard Monge. Elaborazione grafica dell'autrice.



ruolo di primo piano spetta alle superfici rigate e, in particolare, alle rigate a piano direttore. Riprodotte in forma discreta da un numero finito di generatrici che gli appartengono queste superfici si materializzano tramite aste mobili capaci di rispondere a diverse esigenze di movimento.

Nella *II Addition à la Géométrie Descriptive* del 1798, Gaspard Monge descrive la genesi di una rigata sghemba dimostrando come questa si appoggi sempre a tre curve fisse direttrici, delle quali siano note forma e dimensioni [1] (fig. 4).

La geometria di queste direttrici consente di individuare classi speciali di superfici rigate, che differiscono le une dalle altre perché capaci di ammettere tre direttrici curve, due direttrici curve e una rettilinea, una direttrice curva e due rettilinee, tre direttrici rettilinee [2]. Questa classificazione delle rigate secondo la natura e il numero delle loro direttrici più semplici, della quale tratta Gino Fano agli inizi del Novecento [Fano 1910, pp. 347-352], può specializzarsi considerando che le direttrici rettilinee di una rigata possono essere proprie oppure improprie, alimentando così la costruzione di un ampio repertorio di modelli teorici di riferimento, che si possono riconoscere nelle numerose applicazioni che queste superfici hanno trovato e ancora oggi trovano in architettura. L'uso delle rigate accompagna infatti l'attività del costruire dell'uomo sin dall'antichità. La possibilità di riprodurre una superficie a doppia curvatura nello spazio grazie al movimento di un'asta ne semplificava la progettazione e la costruzione, rendendole privilegiate rispetto ad altre. Fra le diverse classi di superfici rigate, favoriscono il movimento quelle a piano direttore, nelle quali una delle direttrici è una retta impropria e le generatrici, sghembe, si mantengono nel moto tutte parallele a questa giacitura. Seguendo la classificazione proposta da Fano possiamo riconoscere tre tipi di superfici rigate a piano direttore: quelle che ammettono una sola direttrice rettilinea impropria; quelle che ammettono due direttrici rettilinee delle quali una impropria; quelle che ammettono tre direttrici rettilinee delle quali una impropria, configurazione quest'ultima che risponde al solo caso del paraboloido iperbolico (fig. 5).

Sulle architetture cinetiche rigate

Le architetture cinetiche che fanno uso di superfici rigate a piano direttore sono molte, ma soltanto in pochi casi le proprietà geometriche della forma diventano espressione di un linguaggio architettonico. Per questa ragione si è voluto dedicare spazio all'interpretazione delle geometrie rigate alla base dei progetti architettonici che Santiago Calatrava realizza dalla metà degli anni Ottanta del secolo scorso sino ad oggi.

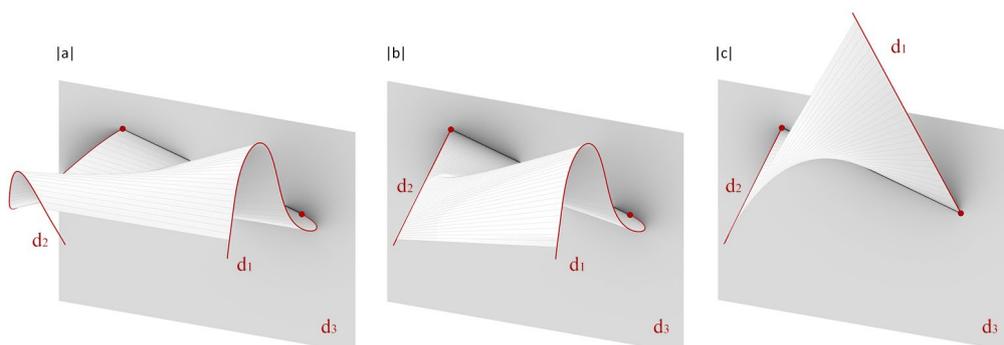
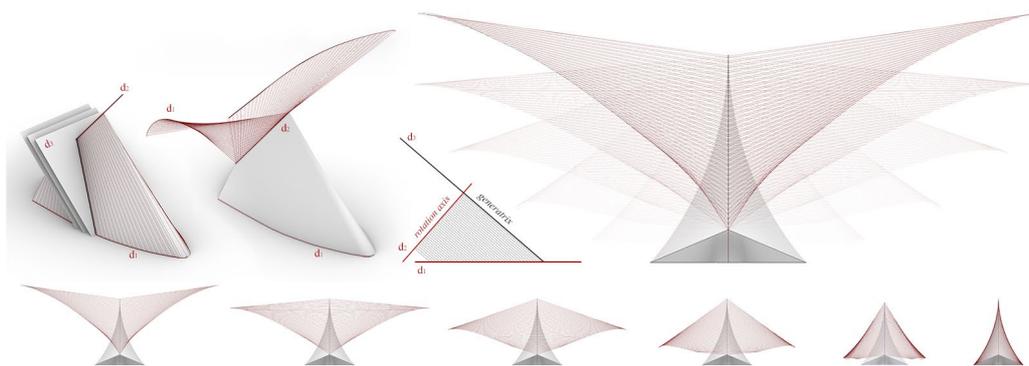


Fig. 5. Superfici rigate a piano direttore che ammettono inoltre come direttrici: due curve (a), una curva e una retta (b), due rette (c). Elaborazione grafica dell'autrice.

Fig. 6. Ricostruzione delle generatrici e delle direttrici delle rigate a piano direttore delle ali cinetiche del Milwaukee Art Museum. Elaborazione grafica dell'autrice.



Le architetture cinetiche di Calatrava si basano in generale sull'utilizzo di rigate a piano direttore che si appoggiano a due direttrici curve e a un piano direttore appunto (cilindroidi) oppure a una direttrice curva, una retta e un piano direttore (conoidi).

Nel progetto delle ali della copertura del Milwaukee Art Museum (1994-2001) possiamo riconoscere due conoidi a piano direttore, simmetrici, incernierati lungo la direttrice rettilinea d_2 (fig. 6). Le generatrici, aste mobili delle ali, sono tutte parallele alla direttrice d_3 , piano direttore della rigata disposto perpendicolarmente alla direttrice utilizzata come cerniera. Nel caso in questione il movimento interessa l'ala nel suo insieme; le aste che la compongono sono infatti collegate fra loro e, nel moto, le superfici delle ali conservano la medesima forma che assumono nella loro configurazione chiusa. La perpendicolarità fra il piano direttore e la cerniera è necessaria per consentire il movimento della superficie nella sua interezza, senza trasformazioni della geometria.

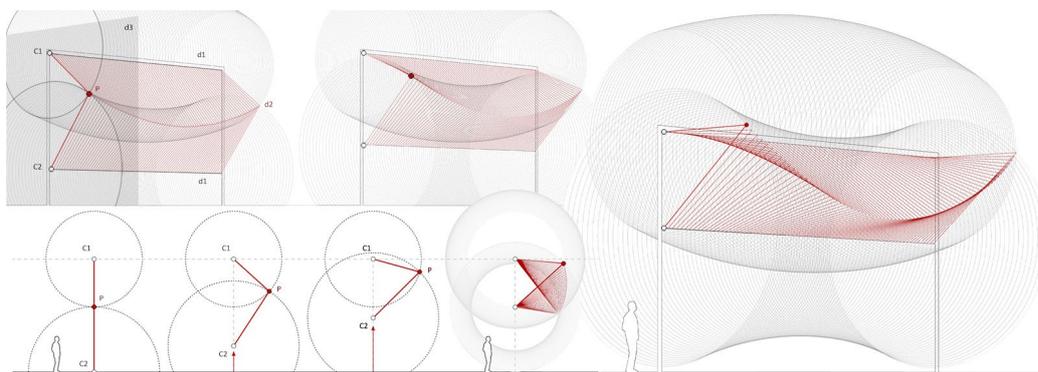
Un tipo di movimento simile nel quale però la superficie cambia necessariamente forma durante il movimento è proposto da Calatrava nella copertura del Politecnico dell'Università della Florida (2010-2014). Diversamente dal precedente, la rigata si appoggia a due direttrici curve e un piano direttore che non può essere perpendicolare alla direttrice curva adoperata come cerniera. Le aste si muovono perciò indipendentemente le une dalle altre dando forma ad una superficie che, nel moto, cambia costantemente la sua geometria (fig. 7).

La prima architettura cinetica che Calatrava realizza e che può essere considerata prototipo e volano per i progetti successivi è costituita dai Magazzini Ernstings, realizzati a Coesfeld-Latte, in Germania, tra il 1983 e il 1985. Se il movimento delle ali del museo di Milwaukee riguarda la rotazione di una sola superficie, l'ala e la sua simmetrica, il progetto dei Magazzini Ernstings considera invece il movimento di due superfici incernierate fra loro, inaugurando un modello che sembra declinarsi in diverse varianti nei progetti che seguono. La parte cinetica del progetto riguarda i portali di chiusura dei magazzini, ognuno dei quali è composto da due conoidi a piano direttore. Nella sua configurazione chiusa, ogni portale si compone di due superfici piane realizzate da due schiere di aste verticali contigue incernierate fra loro (fig. 8). Queste sono a loro volta rispettivamente incernierate ad una trave fissa



Fig. 7. A sinistra, le superfici rigate delle ali del Milwaukee Art Museum, foto da Pxfuel. A destra, le ali del Politecnico dell'Università della Florida. Foto di Robert Du Bois, Florida Polytechnic University (CC BY-NC-SA 2.0), flickr.

Fig. 8. Ipotesi ricostruttiva dell'algoritmo generativo del movimento che consente l'apertura del portale dei Magazzini Erstings. Elaborazione grafica di A. Natale.



in sommità e ad una seconda trave mobile, in basso, che consente l'apertura e la chiusura del portale. Quando questa seconda trave viene sollevata le aste ruotano secondo la giacitura del piano direttore, ortogonale alle direttrici rettilinee, generando due superfici rigate la cui forma cambia costantemente in funzione dell'apertura del portale [3]. Se si considera una coppia di aste tipo, è possibile riconoscere l'algoritmo che consente il movimento del portale in una coppia di circonferenze aventi centro rispettivamente sulla trave fissa e sulla trave mobile, e raggio pari alle lunghezze delle aste. Quando il portale si apre, la trave inferiore trasla secondo una direzione verticale e le circonferenze in questione descrivono, nel moto, i luoghi geometrici di tutte le posizioni che possono assumere nello spazio gli estremi condivisi di ogni coppia di aste [4] (fig. 8).

È possibile riconoscere variazioni di questo stesso algoritmo generativo in altri progetti di Calatrava, come la copertura dell'Emergency Services Centre a St. Gallen in Svizzera (1988-1998) o la palpebra dell'Hemisferic della Città delle Arti e della Scienza di Valencia (2005-2009). In questi casi il movimento non è generato da una traslazione ma da una rotazione attorno a un centro, che innesca il movimento della prima asta e di conseguenza dell'intera struttura (figg. 9,10).

Algoritmi simili sono ancora riconoscibili nei progetti della Plaza de España a Siviglia (1992-1995) e della rampa di accesso alla Galleria Pfalz Keller a St. Gallen in Svizzera (1997-1999). In quest'ultimo caso la rigata cinetica apre il portale d'ingresso alla rampa che serve la galleria (fig. 11). Come nel caso dei Magazzini Erstings la configurazione chiusa risulta piana, questa volta orizzontale, rivelando la curvatura della superficie non appena l'arco di faccia ruota per aprire il passaggio. Immaginando la configurazione chiusa del portale, possiamo

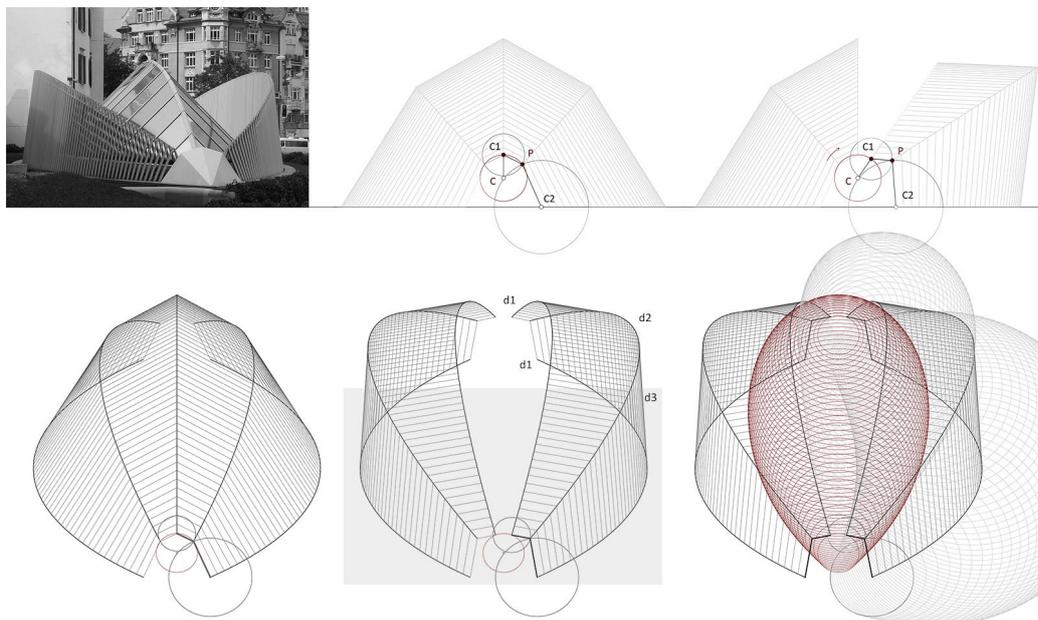
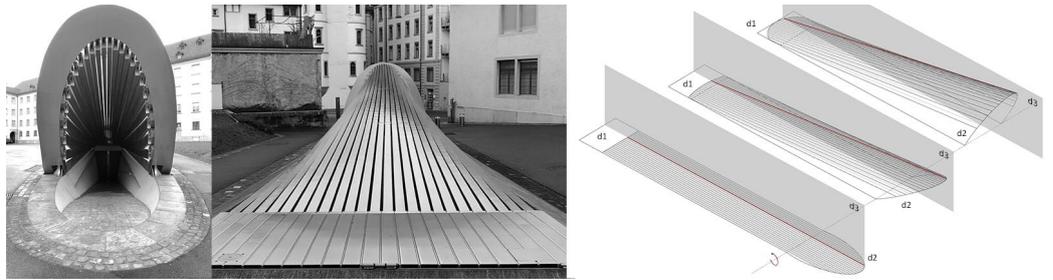


Fig. 9. Ipotesi ricostruttiva dell'algoritmo generativo del movimento della copertura dell'Emergency Service Centre. Elaborazione grafica di A. Natale. In alto a sinistra, foto di Kecko, The Shell (CC BY-NC-SA 2.0), flickr.

Fig. 10. Ipotesi ricostruttiva dell'algoritmo generativo del movimento della palpebra dell'Hemisfèric. A sinistra e al centro foto di (vincent desjardins), España, València: El Hemisfèric (CC BY 2.0), flickr e El Hemisfèric & el Palacio de las Artes Reina Sofia (CC BY 2.0), flickr. A destra elaborazione grafica dell'autrice.



Fig. 11. Ipotesi ricostruttiva del movimento delle aste dell'ingresso della Galleria Pfalz Keller. A sinistra e al centro, foto di Rosmarie Voegtli, Contrast... (CC BY 2.0), flickr e Pfalz Keller... (CC BY 2.0), flickr. A destra, elaborazione grafica di A. Natale.



ipotizzare che il piano direttore sia perpendicolare a una direttrice non visibile rettilinea, che però cambia forma durante il movimento modificandosi in una curva a causa dello scorrimento delle aste, così come cambia forma l'intera superficie durante la sua transizione dalla configurazione chiusa a quella aperta.

Dall'analisi comparativa di questi modelli di architetture cinetiche si può osservare come piccole variazioni dell'algoritmo generativo, unite a lievi cambiamenti di forma e posizione delle direttrici nello spazio, diano vita a un repertorio morfologico nutrito e vario che di progetto in progetto si rinnova.

Conclusioni

Alla ricerca delle ragioni del movimento della forma, questo breve focus ha voluto sottolineare il ruolo della geometria descrittiva nei processi generativi del moto di alcune architetture cinetiche. Strumento regolatore della cinematica della forma, la geometria interviene *ex ante*, in fase di progettazione del moto, argomentando le ragioni della forma alla maniera di un propulsore creativo, motore cinematico senza il quale il movimento non si può neppure immaginare.

Note

[1] La dimostrazione spiega come date tre direttrici sghembe su queste sia possibile costruire infiniti coni appartenenti ad una delle tre e aventi il vertice su un'altra. Questi coni intersecano la terza direttrice in un punto; per questo punto e il vertice passa una delle infinite generatrici della rigata [Monge 1798, pp. 130-131].

[2] Per approfondimenti si vedano gli studi sulle superfici rigate condotti da Federico Fallavollita [Migliari 2019, pp. 153-224].

[3] Nel movimento si modifica anche la curva direttrice condivisa, luogo dei punti nei quali sono incernierate fra loro le aste delle due superfici rigate; la curva in questione da piana diventa sghemba.

[4] Lo stesso algoritmo si riconosce con leggere variazioni nel portale della Sala per concerti dell'Adan Martin Auditorio realizzato a Santa Cruz de Tenerife in Spagna negli anni Novanta.

Crediti

L'analisi geometrico descrittiva delle architetture in movimento è un filone di ricerca che ha trovato riscontro in alcune tesi di laurea triennali seguite dall'autrice dal 2017 ad oggi. Le considerazioni formulate in questo studio risultano anche dalla collaborazione con Alessandra Natale e Antonio Montagnani che, sulla base di modelli teorici di riferimento, hanno condotto censimenti sistematici e realizzato modelli tridimensionali degli algoritmi generativi di una selezione di architetture cinetiche studiate nelle rispettive tesi di laurea. Alessandra Natale, che ha approfondito in particolare il movimento nelle opere di Calatrava, ha realizzato i modelli parametrici dei progetti illustrati nell'immagine di copertina e nelle figg. 8, 9 e 11.

Riferimenti bibliografici

- Casale A., Valenti G.M. (2012). *Architettura delle superfici piegate. Le geometrie che muovono gli origami*. Roma: Kappa.
- Fano G. (1910). *Lezioni di geometria descrittiva date nel R. Politecnico di Torino*. Torino: Paravia.
- Monge G. (1798). *Géométrie descriptive*. Parigi: Baudouin.
- Migliari R. (2009). *Geometria descrittiva. Tecniche e applicazioni*, Vol. II. Novara: Città Studi.
- Musacchio A. (2009). *Architetture cinetiche. Apparatı meccanici ed elettronici nel progetto di architettura*. Milano: Maggioli.
- Schumacher M., Vogt M.M., Cordon Krumme L.A. (2020). *New Move: Architecture in Motion - New Dynamic Components and Elements*. Basilea: Birkhauser.
- Zuk W., Clark R.H. (1970). *Kinetic architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- <<https://www.ahr.co.uk/projects/al-bahr-towers>> (consultato il 22 aprile 2023).
- <<https://www.asif-khan.com/project/sochi-winter-olympics-2014/>> (consultato il 5 febbraio 2023).
- <<https://calatrava.com/>> (consultato il 5 febbraio 2023).
- <<https://www.flickr.com/>> (consultato il 22 aprile 2023).
- <<https://www.heatherwick.com/projects/buildings/bund-finance-centre/>> (consultato il 22 aprile 2023).
- <<https://www.hofmandujardin.nl/cpo-de-hallen-noord/>> (consultato il 5 febbraio 2023).
- <<https://www.makearchitects.com/projects/canary-wharf-kiosks/>> (consultato il 5 febbraio 2023).
- <<https://www.nassia-inglesis.com/works-recent#/disobedience/>> (consultato il 5 febbraio 2023).
- <<https://www.pxfuel.com/free-photos>> (consultato il 22 aprile 2023).
- <<https://www.rvtr.com/projects/resonant-chamber>> (consultato il 5 febbraio 2023).
- <https://www.soma-architecture.com/index.php?page=theme_pavilion&parent=2> (consultato il 5 febbraio 2023).
- <<https://www.thedhaus.com/portfolio/the-dynamic-dhaus/>> (consultato il 5 febbraio 2023).

Autore

Marta Salvatore, Sapienza Università di Roma, marta.salvatore@uniroma1.it

Per citare questo capitolo: Salvatore Marta (2023). Geometrie in movimento nelle architetture cinetiche/Geometries in Motion in Kinetic Architectures. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2009-2024.



Geometries in Motion in Kinetic Architecture

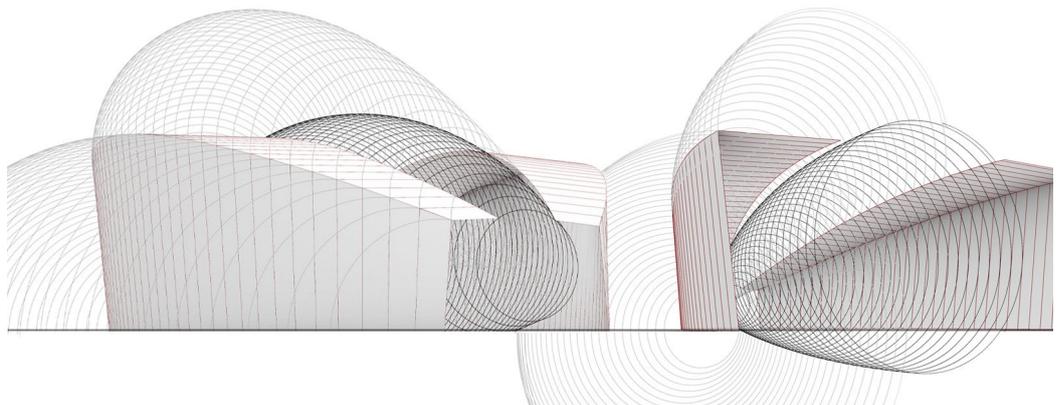
Marta Salvatore

Abstract

In recent years, contemporary architecture has seen a significant increase in the design and realization of kinetic architecture. The need to modify the form of a building in order to answer to climatic and functional requirements has fuelled experimentation in various types of movement. This variety has led to questioning the role assumed by geometry in the genesis process of generative algorithms, by stimulating research around the reasons for motion based on the geometric analysis of a significant sample in architecture. This critical reading has favoured a classification hypothesis of kinematic motion in architecture, which considers the rigid movements of geometrical surfaces as a sphere proper to the geometry of form. The repertoire of kinetic architectures responding to geometry law is extensive, but for some of them, explored more in depth in this study, the reasons of form become the expression of an architectural language.

Parole chiave

kinetic architecture, ruled surfaces, folded surfaces, architectural geometry, Santiago Calatrava



Algorithms that generate
the motion. Graphic
elaboration by A. Natale.

Introduction

In recent years, contemporary architecture witnessed a significant production of kinetic architectures that fed a consistent and variegated repertoire of models. Movement, which generally responds to different climatic and functional needs, is nowadays configured in architecture as an opportunity for morphological experimentation, capable of exploring the places of transition where the mutability of form is in constant evolution [Zuk, Clark 1970; Musacchio 2009; Schumacher, Vogt, Córdón Krumme 2020].

The idea of motion alludes to a concept that can be seductive but also generic and elusive if the laws underlying it are not explicit. The following reflections look at kinematics in architecture through the eyes of geometry, questioning the reasons of motion and the role that geometric properties of form play in the genesis processes of kinetic surfaces.

About the reasons of movement

A comparative analysis of a significant sample of projects realized from the end of the last century to the present day, has led to the identification of a series of movement categories to which the works realized can be referred, with the aim of exploring in orderly fashion the broad repertoire of models that express the kinetic languages of contemporary architecture.

In general, the movement of a kinetic architecture can affect the outer shell of the building or the entire structure, resulting in both cases either elastic or rigid.

Elastic shell movements generally involve the deformation of the external membranes. This deformation can be pneumatic or induced by the movement of the structure, as in the case of the Kinetower skyscraper designed by Kinetura group in 2011 or the One ocean pavilion built by Soma architecture in South Korea in 2012. However, less frequent are the cases in which the elastic movement affects the overall deformation of the structure, which seem to concern mainly pavilions or installations such as the ANYΠAKOH / Disobedience, a kinetic wall realized by Studio Ini in London in 2018.

The repertoire of dynamic architectures that instead respond to a rigid type of movement is broader:

In a rigid motion, i.e., deformation-free, moving entities respond to specific geometry laws, which may be dependent on or independent of the shape of the object. While form-independent movements can generally be performed by translations or rotations of entire structures or parts of them, shape-dependent movements find their *raison d'être* in the properties of special classes of geometric locus surfaces. Folded surfaces and special classes of curved and double-curved surfaces fall into this category. Referring to specific applications, we can recognize rigid movements, obtained by translating individual elements, in the shell of the Fosun Foundation in Shanghai, designed by Heatherwick Studio and Foster + Partners and realized in 2017, where the three overlapping elements translate one onto the other, rotating around the building's perimeter (fig. 1a), and again in Asif Khan's MegaFace pavilion, realized in 2014 in Sochi, Russia, which reproduces the human faces of passers-by by horizontally translating three-dimensional pixels [Schumacher, Vogt, Córdón Krumme 2020, pp. 188-189]. Translations and in particular rotations also affect entire building organisms, such as the Dynamic House project, designed in several prototypes by DHaus Company, whose hinged rooms rotate, reconfiguring the house according to the change of seasons (fig. 1b).

Rigid movements obtained by folding surfaces, concern instead the geometries that move origami [Casale, Valenti 2012] and govern its shape by means of rotation of contiguous flat elements that alter the overall morphology of the shell or the structure. This type of genesis is reflected in projects such as the responsive shell of the Al Bahr Towers in Abu Dhabi, designed by AHR Architects and built in 2012, composed of equilateral triangular elements divided according to their heights into six triangles that, rotating around them, generate openings of varying width (fig. 2); the same geometric pattern is also the basis

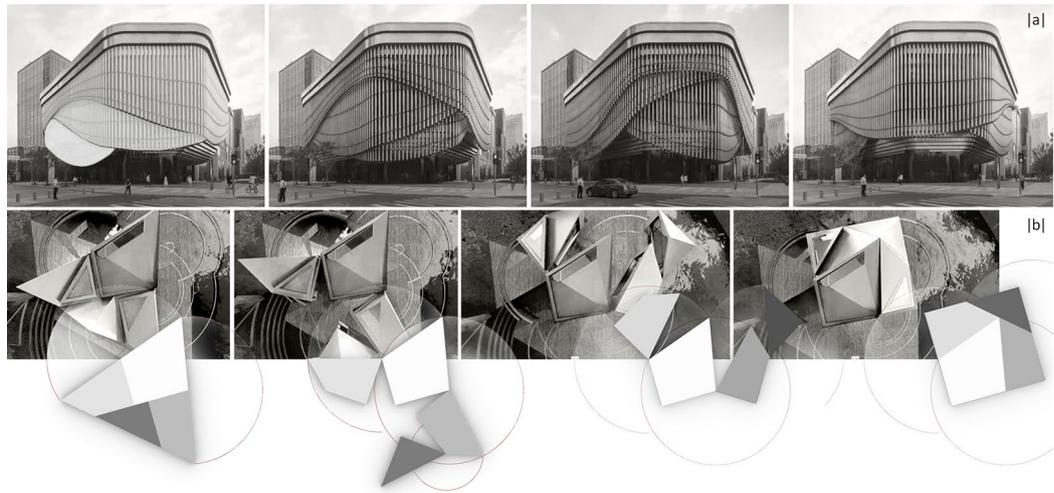


Fig. 1. Translation movement of the Fosun Foundation façade (a) and reconstruction of the Dynamic House movement according to the DHaus Company video (b). Graphic elaboration by the author.

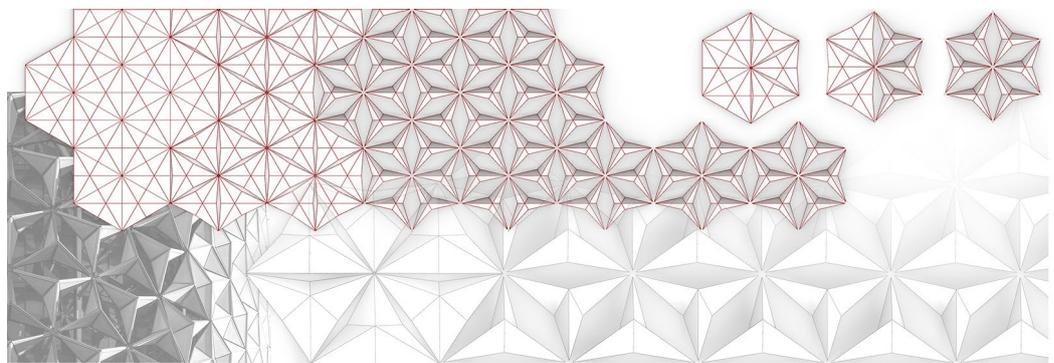


Fig. 2. Reconstruction of the geometries at the basis of the Al Bahr Towers' folded surfaces. Graphic elaboration by the author.

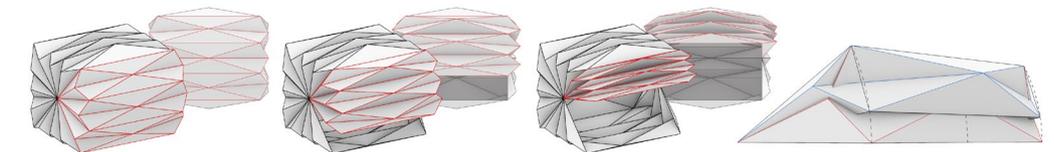


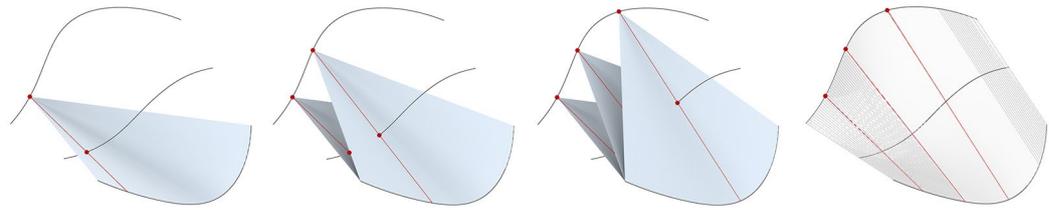
Fig. 3. Reconstruction of the folded surfaces of the Canary Wharf Kiosk. Graphic elaboration by the author.

for the movement of the responsive surfaces of RVTR's Resonant chamber. The surfaces of the retractable terraces of the Cpo De Hallen Noord, realized between 2014 and 2017 by Hofman Dujardin Team, or the shell of the Canary Wharf Kiosk, designed in 2013 by Make Architects, are further different examples of the application of folded surfaces (fig. 3). As we shall see, the rigid motions that allow a double curvature surface to move or continuously change its shape during the motion find geometric reason in the properties of certain special classes of geometric locus surfaces.

About geometry of movement

In general, a geometric *locus* is the image of all the positions that a geometric entity can assume in space moving according to a certain law. Whole classes of surfaces that satisfy specific conditions are expressions of these *loci*. Among the geometric *loci* capable of moving by generating continuous transformations of form, a prominent role is played by ruled surfaces and, in particular, by ruled surfaces with director plane. Reproduced in discrete form by a finite number of generatrices belonging to them, these surfaces materialize by means of movable shafts capable of responding to different motion requirements. In the *II Addition à la Géométrie Descriptive* of 1798, Gaspard Monge describes the genesis of a skewed ruled surface by demonstrating how it always rests on

Fig. 4. Existential demonstration of ruled surfaces given by Gaspard Monge. Graphic elaboration by the author.



three fixed directrix curves, whose shape and dimensions are known [1] (fig. 4). The geometry of these directrices permits identification of four special classes of ruled surfaces, which differ from each other in the kind of directrices: three curves, two curves and one straight line, one curve and two straight lines, three straight lines [2]. This classification of ruled surfaces according to the nature and number of their simplest directrices, which Gino Fano discussed in the early 20th century [Fano 1910, pp. 347-352], can be specialised by considering that the rectilinear directrices of a ruled surfaces can be either proper or improper. This classification feeds a wide repertoire of theoretical reference models, which can be recognized in the numerous applications that these surfaces have found and still find today in architecture. The use of ruled surfaces has in fact accompanied man's building activities since antiquity. The possibility of reproducing a double curved surface in space by the movement of a shaft, simplified their design and construction, making them privileged over the others.

Among the different classes of ruled surfaces, those with a director plane favour the motion. In these surfaces one of the directrices is an improper straight line, and the skewed generatrices, during motion, all remain parallel to this plane. Following the Fano's classification, we can recognize three types of ruled surfaces with a directing plane: those that admit only one improper rectilinear directrix, those that admit two rectilinear directrices, one of which is improper, and those that admit three rectilinear directrices, one of which is improper, a configuration that only corresponds to the case of the hyperbolic paraboloid (fig. 5).

About kinetic ruled architecture

There are many kinetic architectures that employ ruled surfaces, but only in a few cases the geometrical properties of the form become the expression of an architectural language. Therefore, attention has been devoted to the interpretation of ruled geometries underlying Santiago Calatrava's architectural projects realized from the mid-1980s to the present day. Calatrava's kinetic architectures are generally based on the use of ruled surfaces with a director plane that admit as directrices two curves and one director plane (cylindroids) or one curve, one straight line and one director plane (conoids).

In the design of the wings of the Milwaukee Art Museum roof (1994-2001), we can recognize two symmetrical conoids hinged along the rectilinear directrix d_2 (fig. 6). The generatrices, movable shafts of the wings, are all parallel to the directrix d_3 , director plane of the ruled surface, perpendicular to the hinge. In the case in question, the movement affects the wing as a whole. In fact, the shafts composing it are connected to each other and, during

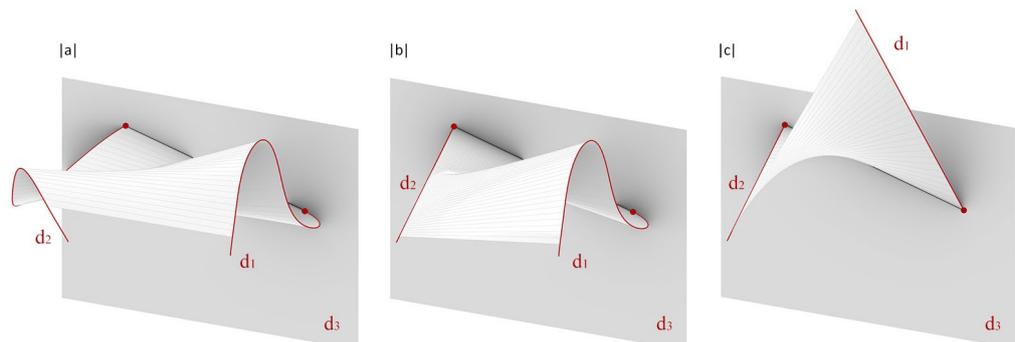


Fig. 5. Ruled surfaces with a director plane that also admit as directrices: two curves (a), one curve and one straight line (b), two straight lines (c). Graphic elaboration by the author.

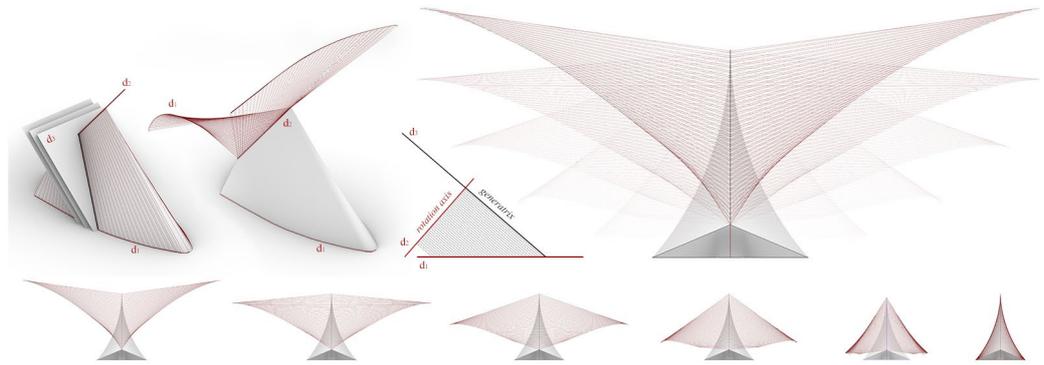


Fig. 6. Reconstruction of generatrices and directrices of the Milwaukee Art Museum's kinetic wings. Graphic elaboration by the author.

motion, the surfaces of the wings retain the same shape they assume in their closed configuration. The perpendicularity between the director plane and the hinge is necessary to allow the movement of each surface in its entirety, without transforming the geometry.

A similar type of movement in which, however, the surface necessarily changes shape during the motion is proposed by Calatrava in the roof of the Florida Polytechnic University (2010-2014). In contrast to the previous one, the ruled surface is supported by two directrix curves and one director plane that cannot be perpendicular to the curved hinge. Therefore, the shafts move independently of each other, forming a surface that constantly changes its geometry during motion (fig. 7).

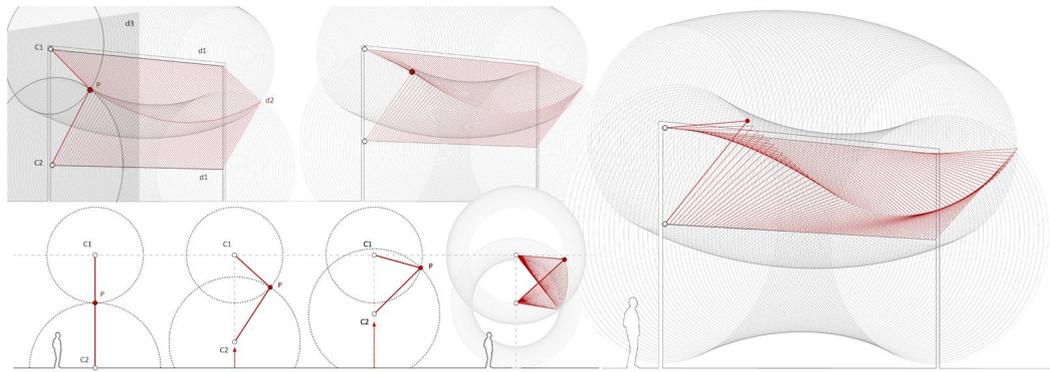
The first kinetic architecture that Calatrava realized and which can be considered a prototype and a flywheel for later projects, is the Ernstings Warehouse, built in Coesfeld-Latte, Germany, between 1983 and 1985. If the movement of the wings of the Milwaukee Museum concerns the rotation of a single surface, a wing and its symmetry, the design of the Ernstings Warehouse instead considers the movement of two surfaces hinged together, inaugurating a model that seems to be declined in different variants in the projects that follow. The kinetic part of the project concerns the closing portals of the warehouse, composed of two conoids with a director plane. In its closed configuration, each portal consists of two flat surfaces constructed from two arrays of contiguous vertical shafts hinged to each other (fig. 8). These are in turn hinged to a fixed beam at the top and a second moveable beam at the bottom, which allows the portal to open and close. When this second beam is lifted, the shafts rotate according to the position of the director plane – perpendicular to the rectilinear directrices – generating two ruled surfaces whose shape constantly changes according to the opening of the portal [3]. Considering a pair of shafts, it is possible to recognize the algorithm that allows the movement of the portal in a pair of circumferences having centres respectively on the fixed beam and on the moving beam, and radius equal to the lengths of the shafts. When the portal opens, the lower beam translates in a vertical direction and the circumferences in question describe, in motion, the geometric locus of all the positions that the shared ends of each pair of shafts may assume in the space [4] (fig. 8).

It is possible to recognize variations of this same generative algorithm in other projects by



Fig. 7. Left, the ruled surfaces of the Milwaukee Art Museum wings, photo by Pxfuel. Right, the wings of the Polytechnic University of Florida, photo by Robert Du Bois, Florida Polytechnic University (CC BY-NC-SA 2.0), flickr.

Fig. 8. Reconstructive hypothesis of the generative algorithm of motion enabling the opening of Erstings Warehouse portal. Graphic elaboration by A. Natale.



Calatrava, such as the roof of the Emergency Services Centre in St. Gallen, Switzerland (1988-1998) or the eyelid of the Hemispheric of the City of Arts and Science in Valencia (2005-2009). In these cases, the motion is not produced by a translation but by a rotation around a center, which activates the movement of the first shaft and consequently of the entire structure (figs. 9, 10).

Similar algorithms can still be recognized in the projects of the Plaza de España in Seville (1992-1995) and the access ramp to the Pfalz Keller Gallery in St. Gallen, Switzerland (1997-1999). In the latter case, the kinetic ruled surface opens the entrance portal to the ramp that serves the gallery (fig. 11). As in the case of Erstings Warehouse, the closed configuration is plane, horizontal this time, revealing the surface curvature when the arch of the face rotates for opening the passage. Imagining the closed configuration of the portal, we can hypothesize that the director plane is perpendicular to a non-visible rectilinear directrix which, however, changes shape during movement, modifying itself into a curve due to the sliding of the shafts, just as the entire surface changes shape during its transition from closed to open configuration.

The comparative analysis of these models of kinetic architectures shows how small variations in the generative algorithm, combined with minor variations in the shape and position of the directrices in the space, give rise to a rich and varied morphological repertoire that is renewed from project to project.

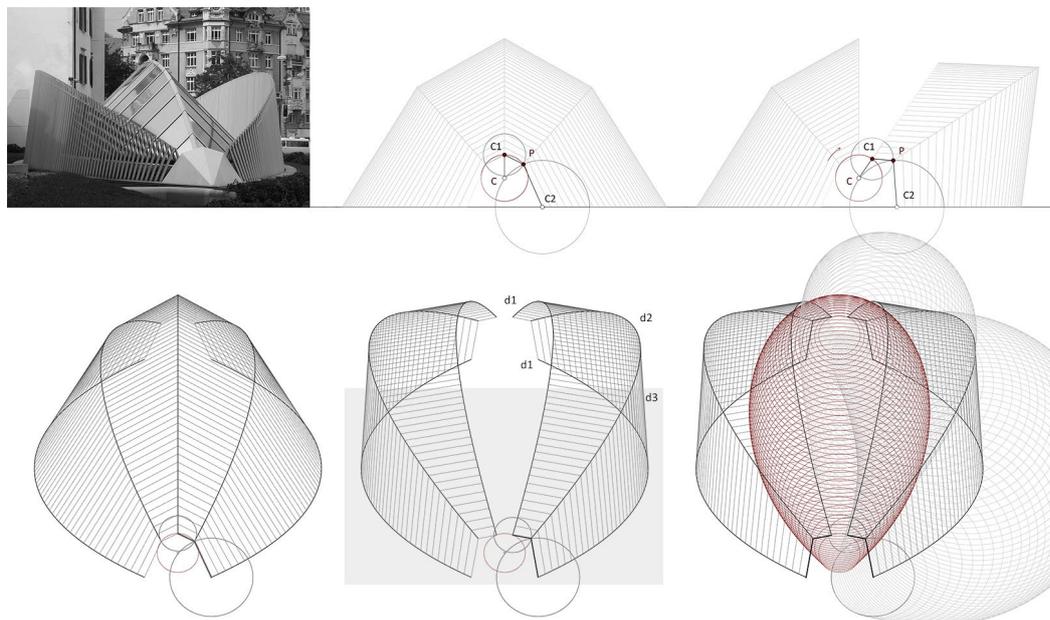
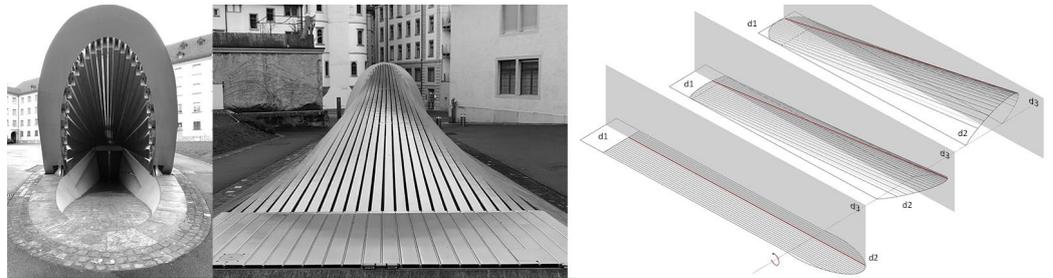


Fig. 9. Reconstructive hypothesis of the generative algorithm of motion of the Emergency Service Centre shell. Graphic elaboration by A. Natale. Top left, photo by Kecko, *The Shell* (CC BY-NC-SA 2.0), flickr..

Fig. 10. Reconstructive hypothesis of the generative algorithm of Hemisferic eyelid movement. Left and centre, photos by ((vincent desjardins), *España, València: El Hemisfèric* (CC BY 2.0), flickr and *El Hemisfèric & el Palacio de las Artes Reina Sofía* (CC BY 2.0), flickr. Right, graphic elaboration by the author.



Fig. 11. Reconstructive hypothesis of the movement of the shafts of the Pfalz Keller Gallery entrance. Left and centre, photos by Rosmarie Voegtli, *Contrast...* (CC BY 2.0), flickr and *Pfalz Keller...* (CC BY 2.0), flickr. Right, graphic elaboration by A. Natale



Conclusions

Researching the reasons for the movement of form, this brief focus has sought to underline the role of descriptive geometry in the generative processes of movement in certain kinetic architectures. As a regulatory tool of the kinematics of form, geometry intervenes *ex ante* in the design phase of movement, inferring the reasons of form as a creative engine, a kinematic motor without which movement cannot even be imagined.

Notes

[1] The demonstration explains that given three skewed directrices it is possible to construct an infinite number of cones belonging to one of them and having its vertex on another. These cones intersect the third directrix at one point; through this point and its vertex passes one of the infinite generatrices of the ruled surfaces [Monge 1798, pp. 130-131].

[2] For more details see the studies on ruled surfaces conducted by Federico Fallavollita [Migliari 2019, pp. 153-224].

[3] During the motion, the shared directrix curve, the *locus* of points where the shafts of the two ruled surfaces are hinged to each other, is also modified; the curve in question from flat becomes skewed.

[4] The same algorithm can be identified with minor variations in the portal of the concert hall of the Adan Martin Auditorio built in Santa Cruz de Tenerife in Spain in the 1990s.

Credits

The geometric descriptive analysis of architectures in motion is a research field that has been addressed in a number of Bachelor's theses supervised by the author from 2017 to today. The considerations formulated in this study also result from a collaboration with Alessandra Natale and Antonio Montagnani, who, on the basis of given theoretical reference models, have conducted systematic investigations and realized three-dimensional models of the generative algorithms of a selection of kinetic architectures studied in their respective theses. Alessandra Natale, who has studied the movement in Calatrava's works, has realized the parametric models of the projects illustrated in the cover image and in figs. 8, 9 and 11.

References

- Casale A., Valenti G.M. (2012). *Architettura delle superfici piegate. Le geometrie che muovono gli origami*. Rome: Kappa.
- Fano G. (1910). *Lezioni di geometria descrittiva date nel R. Politecnico di Torino*. Turin: Paravia.
- Monge G. (1798). *Géométrie descriptive*. Paris: Baudouin.
- Migliari R. (2009). *Geometria descrittiva. Tecniche e applicazioni*, Vol. II. Novara: Città Studi Edizioni.
- Musacchio A. (2009). *Architetture cinetiche. Apparatı meccanici ed elettronici nel progetto di architettura*. Milan: Maggioli.
- Schumacher M., Vogt M.M., Cordon Krumme L.A. (2020). *New Move: Architecture in Motion - New Dynamic Components and Elements*. Basel: Birkhauser.
- Zuk W., Clark R.H. (1970). *Kinetic architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- <<https://www.ahr.co.uk/projects/al-bahr-towers>> (accessed 22 April 2023).
- <<https://www.asif-khan.com/project/sochi-winter-olympics-2014/>> (accessed 5 February 2023).
- <<https://calatrava.com/>> (accessed 5 February 2023).
- <<https://www.flickr.com/>> (accessed 22 April 2023).
- <<https://www.heatherwick.com/projects/buildings/bund-finance-centre/>> (accessed 22 April 2023).
- <<https://www.hofmandujardin.nl/cpo-de-hallen-noord/>> (accessed 5 February 2023).
- <<https://www.makearchitects.com/projects/canary-wharf-kiosks/>> (accessed 5 February 2023).
- <<https://www.nassia-inglesis.com/works-recent#/disobedience/>> (accessed 5 February 2023).
- <<https://www.pxfuel.com/free-photos>> (accessed 22 April 2023).
- <<https://www.rvtr.com/projects/resonant-chamber>> (accessed 5 February 2023).
- <https://www.soma-architecture.com/index.php?page=theme_pavilion&parent=2> (accessed 5 February 2023).
- <<https://www.thedhaus.com/portfolio/the-dynamic-dhaus/>> (accessed 5 February 2023).

Author

Marta Salvatore, Sapienza Università di Roma, marta.salvatore@uniroma1.it

To cite this chapter: Salvatore Marta (2023). Geometrie in movimento nelle architetture cinetiche/Geometries in Motion in Kinetic Architectures. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2009-2024.