

EL ARQUITECTO, DE LA TRADICIÓN AL SIGLO XXI
Docencia e investigación en Expresión Gráfica Arquitectónica

**Actas del 16 Congreso Internacional de
Expresión Gráfica Arquitectónica**

Tomo II

EL ARQUITECTO, DE LA TRADICIÓN AL SIGLO XXI

Docencia e investigación en expresión gráfica arquitectónica

16 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica

Alcalá de Henares (Madrid), España
2 y 3 de junio de 2016

Edición a cargo de
Ernesto Echeverría Valiente
y Enrique Castaño Perea



Universidad
de Alcalá

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA



Universidad
de Alcalá



FUNDACION
GENERAL
UNIVERSIDAD
DE ALCALÁ

SERIE: ARQUITECTURA Y URBANISMO, 71

Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica
(16.º 2016. Alcalá de Henares)

Publicado por:

- Departamento de Arquitectura de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá
- Fundación General de la Universidad de Alcalá

© **Coordinadores y Editores Científicos:**

Ernesto Echeverría Valiente
Enrique Castaño Perea

© **De los textos:** sus autores.

Diseño, maquetación y corrección: Elisa Borsari y Ronda Vázquez Martí.

© **De esta edición:** Fundación General de la Universidad de Alcalá, 2016

Calle Imagen, 1 y 3 • 28801, Alcalá de Henares (Madrid), España.
Página web: www.fgua.es

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, ni su préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso del ejemplar, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

Tomos II ISBN.: 978-84-88754-41-7
 Depósito Legal: M-19243-2016
Otra completa: ISBN.: 978-84-88754-39-4

Impresión: Grupo Enlace Gráfico, S.L.
Impreso en España / Printed in Spain

16 CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA

Departamento de Arquitectura
Escuela de Arquitectura – Universidad de Alcalá

COMITÉ DE HONOR

Dr. D. Fernando Galván Reula
Sr. Rector Magnífico de la Universidad de Alcalá

Dra. Dña. María Luisa Marina Alegre
*Vicerrectora de Investigación y Transferencia de la
Universidad de Alcalá*

Dr. D. Antonio Almagro Gorbea
*Escuela de Estudios Árabes de Granada (CSIC)
Miembro de la Real Academia de Bellas Artes de San
Fernando*

Dr. D. Juan Calatrava Escobar
Profesor de la Universidad de Granada

Dr. D. Vito Cardonne
Profesor de la Università di Salerno (Italia)

Dr. D. Joaquín Casado de Amezúa Vázquez
Profesor de la Universidad de Granada

Dr. D. Cesare Cundari
Profesor de la Università "La Sapienza" (Italia)

Dr. D. Mario Docci
Profesor de la Università de la Sapienza, Roma

Dr. D. José Antonio Franco Taboada
Profesor de la Universidad de A Coruña

Dra. Dña. Ángela García Codoñer
Profesora de la Universidad Politécnica de Valencia

Dr. D. José M.^a Gentil Baldrich
Profesor de la Universidad de Sevilla

Dra. Dña. Carmen Jordá Such
*Vicerrectora de los Campus e Infraestructuras.
Profesora de la Universidad Politécnica de Valencia*

Dra. Dña. Margarita de Luxan García de Diego
Profesora de la Universidad Politécnica de Madrid

Dr. D. Antonio Millán Gómez
Profesor de la Universidad Politécnica de Cataluña

Dr. D. Carlos Montes Serrano
Profesor de la Universidad de Valladolid

Dr. D. Eduardo Mosquera Adell
Profesor de la Universidad de Sevilla

Dr. D. Pablo Navarro Esteve
Profesor de la Universidad Politécnica de Valencia

Dra. Dña. Pina Novello
Profesora del Politecnico di Torino (Italia)

Dr. D. Javier Rivera Blanco
Profesor de la Universidad de Alcalá

Dr. D. José Antonio Ruiz de la Rosa
Profesor de la Universidad de Sevilla

Dr. D. Javier Seguí de la Riva
Profesor de la Universidad Politécnica de Madrid

Dr. D. Leopoldo Uría Iglesias
Profesor de la Universidad de Valladolid

Dr. D. Claudio Varagnoli
Profesor de la Universidad de Pescara (Italia)

Dr. D. Lluís Villanueva Bartrina
Profesor de la Universidad Politécnica de Cataluña

COMITÉ ORGANIZADOR

D. Enrique Castaño Perea
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Flavio Celis D'Amico
Profesor de la Universidad de Alcalá

Dña. Pilar Chías Navarro
Profesora de la Universidad de Alcalá

D. Ernesto Echeverría Valiente
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Gonzalo García Rosales
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Francisco Martín San Cristobal
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Francisco Maza Vázquez
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Manuel de Miguel Sánchez
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Antonio Trallero Sanz
Profesor de la Universidad de Alcalá

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. D. Eduardo Carazo Lefort
Profesor de la Universidad de Valladolid

Dra. Dña. Pilar Chías Navarro
Profesora de la Universidad de Alcalá

Dr. D. Antonio Gamiz Gordo
Profesor de la Universidad de Sevilla

Dr. D. Jorge Llopis Verdú
Profesor de la Universidad de Valencia

Dr. D. Carlos Luis Marcos
Profesor de la Universidad de Alicante

Dr. D. Juan Miguel Otxotorena Elizegi
Profesor de la Universidad de Navarra

Dr. D. Javier Francisco Raposo Grau
Profesor de la Universidad Politécnica de Madrid

Dr. D. Ernest Redondo Domínguez
Profesor de la Universidad Politécnica de Barcelona

D. Ernesto Echeverría Valiente
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Flavio Celis D'Amico
Profesor de la Universidad de Alcalá

D. Enrique Castaño Perea
Profesor de la Universidad de Alcalá

COMITÉ REVISOR EXTERNO

D. Antonio Almagro Gorbea

Dña. Leia Bruscato

D. Juan Calatrava Escobar

D. José Calvo

D. Orlando Campos Reyes

D. Eduardo Carazo Lefort

D. Joaquín Casado de Amezúa

D. Flavio Celis D'Amico

D. Mauro Chiarella

Dña. Pilar Chías Navarro

D. Antonio Estepa Rubio

D. Juan José Fernández Martín

D. Riccardo Florio

D. Jose Antonio Franco Taboada

D. Antonio Gámiz Gordo

D. Rodrigo García Alvarado

Dña. Ángela García Codoñer

D. Juan Carlos García Perrote

D. Gonzalo García-Rosales

D. Jorge García Valldecabres

D. José M^a Gentil Baldrich

D. Jorge Girbés Pérez

D. Antonio Gómez Blanco

D. Mariano González Presencio

D. Roberto Goycoolea Prado

Dña. Roberta Krahe

D. Jorge Llopis Verdú

Dña. María Concepción López González

Dña. Margarita de Luxan García de Diego

D. Carlos L. Marcos

D. Francisco Martín San Cristóbal

Dña. Raquel Martínez Gutiérrez

Dña. María Luisa Martínez Zimmermann

D. Francisco Maza Vázquez

D. Manuel de Miguel Sánchez

D. Antonio Millán Gómez

D. Carlos Montes Serrano

D. Eduardo Mosquera Adell

D. Pablo Navarro Esteve

D. Javier Ortega

D. Juan Miguel Otxotorena Elizegi

Dña. María Inés Pernas Alonso

D. Enrique Rabasa Díaz

D. Javier Francisco Raposo Grau

D. Ernest Redondo Domínguez

D. José Antonio Ruiz de la Rosa

D. Jesús San José Alonso

D. Javier Seguí de la Riva

D. Enrique Solana Suárez

Dña. Ana Torres Barcino

D. Antonio Trallero Sanz

D. Juan José Ugarte Fernández

D. Claudio Varagnoli

D. Víctor Hugo Velásquez

D. Ignacio Vicente Sandoval

D. Lluís Villanueva Bartrina

Tomo II

DIBUJO Y ARQUITECTURA

(INVESTIGACIÓN SOBRE TEMAS DE DIBUJO RELACIONADOS CON LA PRÁCTICA ARQUITECTÓNICA ACTUAL)

- Evolución de la cartografía y la georreferenciación 643
Francisco Maza Vázquez
- Realidad Virtual como herramienta para la valoración emocional de entornos arquitectónicos... 651
Juan López-Tarruella Maldonado; Juan Luis Higuera Trujillo; Susana Iñarra Abad; M.ª Carmen Llinares Millán; Jaime Guixeres Provinciales; Mariano Alcañiz Raya
- Plataforma gráfica integrada para el control de los procesos de restauración de áreas frágiles suburbanas. El vertedero de la Vall d'en Joan 659
Li Yuan Quan; Lluís Bravo Farré; Montserrat Bigas Vidal; Joan Mercadé Brulles; Gloria Font Baste
- Herman Hertzberger: del Concurso para el Ayuntamiento de Amsterdam al Edificio de Oficinas "Centraal Beheer" 667
Julio Grijalba Bengoetxea; Rebeca Merino del Río
- Il metalinguaggio grafico dell'ultimo viaggiatore: lo studio di Carl Ludwig Franck sulle Ville Tuscolane 675
Claudio Baldoni; Rodolfo Maria Strollo
- El plano y la partitura: el dibujo analítico de los elementos de la arquitectura y de la música ... 683
Antonio Armesto; Josep Llorca
- Pesquisa de um Brasil: impressões de viagem em Lucio Costa 691
Gabriela Farsoni Villa; Joubert José Lancha
- El estudio del patrimonio arquitectónico a partir de la metodología HBIM. Un caso medieval 697
Jorge Luis García Valldecabres; María Concepción López González; Isabel Jordán Palomar
- Procesos de análisis ambiental y diseño algorítmico. Una experiencia docente 705
Camilo Andrés Cifuentes Quin
- Diagramas de Partido Arquitetônico nos Concursos Nacionais Estudantis de Arquitetura 715
Tácia Daniele Scharff
- Steven Holl: del espacio articulado al espacio cromático..... 723
M. Teresa Díez Blanco
- Re-drawing architecture for exploring the design. From research to teaching and vice versa.... 731
Roberta Spallone

Atlas y discurso gráfico. 50 Años de estrategias. Mapa interactivo.....	739
<i>Alberto Grijalha Bengoetxea; Carolina Heisig Carretero</i>	
Generative education: thinking by modeling/modeling by thinking	747
<i>Fabrizio Bianconi; Marco Filippucci</i>	
La experiencia interactiva en entornos virtuales como herramienta de proyecto	755
<i>Mónica Val Fiel; José Luis Higón Calvet</i>	
Pensamiento gráfico y procesos digitales. Tres casos de materialidad digital construida (COCOON/Colombia, BANCAPAR/Chile, SSFS/Argentina).....	763
<i>Mauro Chiarella; Andrés Martín-Pastor; Nicolás Saez</i>	
Revisión del Soporte Gráfico Tecnológico desde las Revistas EGA	771
<i>Elsa M.º Gutiérrez Labory; Enrique Solana Suárez</i>	
Dibujar el Columbia. Paradigma Gráfico para la Arquitectura en el Siglo XXI.....	777
<i>Enrique Solana Suárez; Elsa Gutiérrez Labory</i>	
Rappresentazione e coscienza critica per la formazione della figura di progettista	785
<i>Maria Linda Falcidieno</i>	
El 3D printing como herramienta tecnológica orientada a la arquitectura	793
<i>Pedro Molina-Siles; Francisco Javier Cortina Maruenda; Hugo Barros Costa; Salvador Gilabert Sanz</i>	
Dalla progettazione integrale al BIM.....	799
<i>Giovanna A. Massari</i>	
Tres etapas históricas en la confección gráfica de la documentación de un proyecto. BIM: encuentros en la tercera fase del siglo XXI.....	809
<i>Iñigo León Cascante; Fernando Mora; Juan Pedro Otaduy; Maialen Sagarna</i>	
Dibujar sin dibujar	817
<i>Maria Josefa Agudo-Martínez</i>	
Barcelona and Antalya. Cartographic Analysis of two Mediterranean cities	823
<i>Antonio Millán-Gómez; Zeynep Birgonul</i>	
Trazar la forma-lugar. Tres casos que desvelan la arquitectura como entretejido entre sociabilidad y territorio	831
<i>Susana Velasco Sánchez</i>	
Lo spazio tra poesia e progetto	839
<i>Rosario Marrocco</i>	
Light control in Mediterranean architecture. Interdisciplinary design experiences between didactics and investigation.....	845
<i>Pierpaolo D'Agostino; Mariateresa Giammetti</i>	

HISTORIA Y PATRIMONIO

(INVESTIGACIÓN SOBRE HISTORIA DEL DIBUJO Y/O SOBRE EL DIBUJO APLICADO AL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO)

La Traza de un cimborrio gótico. Geometría y construcción del octógono en la traza gótica de Guarç (c. 1345-1380)	855
<i>Josep Lluís i Ginovart; Agustí Costa Jover; Sergio Coll Pla; Albert Samper Sosa</i>	
Algunas precisiones sobre el dibujo de arquitectura en los años de entreguerras	863
<i>Carlos Montes Serrano; Isaac Mendoza Rodríguez</i>	
La documentación gráfica como fuente de investigación del patrimonio arquitectónico.....	869
<i>Antonio Miguel Trallero Sanz</i>	
Il disegno di progetto: tra tradizionalismo e rinnovamento. Gli elaborati del gruppo Aschieri relativi al Concorso per il Quartiere dell'Artigianato in Roma del 1926	877
<i>Fabio Lanfranchi</i>	
Representación gráfica participativa con bases de datos de acceso limitado.....	885
<i>Juan Saumell Lladó</i>	
<i>Baukunst</i> . Apuntes de Goethe para un tratado de arquitectura	893
<i>Juan Caldusch Cervera; Alberto Rubio Garrido</i>	
Horacio Baliero; La modernidad desde el margen. Colegio Mayor Argentino Nuestra Señora de Luján en Madrid - 1964	901
<i>María Soledad Bustamante</i>	
Barbara Sokołowska Brukalski. Analisi grafica della Casa a Niegolewskiego Street.....	909
<i>Starlight Vattano</i>	
Análisis gráfico de los pilares tardogóticos de Hernán Ruiz “el Viejo”	919
<i>Pilar Gimena Córdoba</i>	
Una medaglia tra due città	927
<i>Claudio Baldoni; Rodolfo Maria Strollo</i>	
El dibujo en la investigación arquitectónica: Dibujando en Paestum.....	935
<i>Juan Manuel Báez Mezquita</i>	
Análisis del plano en el estudio de la ciudad histórica. Trasvases metodológicos entre arquitectura y arqueología	943
<i>Mercedes Díaz Garrido</i>	
Tradurre: dal disegno d'archivio alla rappresentazione 3D. Il caso studio della casa natale di Gabriele d'Annunzio a Pescara.....	953
<i>Pasquale Tunzi</i>	
“Recreaciones virtuales de la Granada desaparecida”. Investigar, representar y divulgar la arquitectura del pasado con herramientas del siglo XXI	959
<i>Concepción Rodríguez Moreno</i>	

Sviluppo, valorizzazione e riuso del patrimonio architettonico e urbano: una ex caserma per l'Università	969
<i>Antonella Salucci</i>	
Fotogrammetria digitale aerea e laser scanning terrestre per ipotesi ricostruttive di fronti perduti dell'edilizia monumentale: il caso di Villa Mondragone.....	979
<i>Saverio D'Auria; Giuseppe Sini; Rodolfo Maria Strollo</i>	
Las primeras vistas de Málaga en el XVI: fuentes gráficas para la investigación.....	989
<i>Antonio Gámiz Gordo; Luis Ruiz Padrón</i>	
Análisis gráfico del entorno paisajístico del Sanatorio de San Francisco de Borja de Fontilles ...	997
<i>José Luis Higón Calvet; Jorge Llopis Verdú; Javier Pérez Igualada; Pedro Cabezas Bernal; Jorge Martínez Piqueras; Ignacio Cabodevilla-Artieda</i>	
Photo-collage e retorica di regime. Piero Bottoni e il progetto per la piazza delle Forze armate all'EUR di Roma.....	1007
<i>Fabio Colonnese</i>	
Estudio gráfico sobre el empleo de algunas superficies de traslación en las propuestas de Andrés y de Alonso de Vandelvira. Evaluación formal y ejecutiva de la <i>bóveda de Murcia</i> y del <i>ochavo de La Guardia</i>	1015
<i>Antonio Estepa Rubio; Jesús Estepa Rubio</i>	
Una mirada forense sobre las ruinas de la Iglesia de Santa María de Cazorla. Propuesta de reconstrucción virtual.....	1023
<i>Jesús Estepa Rubio; Antonio Estepa Rubio</i>	
Manuel Gomes da Costa, un universo en bocetos	1033
<i>Miriam Lousame Gutiérrez</i>	
Reconstrucción gráfica de los edificios históricos del Sanatorio de San Francisco de Borja de Fontilles.....	1043
<i>Jorge Llopis Verdú; Francisco Hidalgo Delgado; Jorge Martínez Piqueras; Rafael Marín Tolosa; Eduard Baviera Lloper</i>	
Un progetto non realizzato: il Gran Cimitero di Giuseppe Damiani Almeyda. Dai disegni di archivio alla ricostruzione tridimensionale.....	1053
<i>Avella Fabrizio</i>	
El Dibujo: método y conclusión en la Investigación en Arquitectura	1061
<i>Ángel Martínez Díaz; María José Muñoz de Pablo</i>	
Trazas de cortes de piedra en un tramo de la Capilla Real del antiguo convento de Santo Domingo de Valencia. Dibujo y construcción.....	1069
<i>Pablo Navarro Camallonga</i>	
El anfiteatro romano de Tarragona: cinco siglos dibujando y aún insatisfechos	1079
<i>Josep Maria Toldrà; Josep Maria Macias; Josep Maria Puche; Pau Sola-Morales</i>	

La recuperación del color de la Rua Junqueira de Lisboa	1089
<i>Ángela García Codoñer; Isabel Braz de Oliveira; Ana Torres Barchino; Juan Serra Lluch; Jorge Llopis Verdú</i>	
Representación de la construcción de la modernidad valenciana. Series fotográficas de los Estudios Sanchís y Desfilis.....	1095
<i>F. Javier Cortina Maruenda; Pedro Molina-Siles; Hugo Barros Costa; Salvador Gilabert Sanz</i>	
Intervenciones arquitectónicas de Rafael Manzano en el Real Alcázar de Sevilla. 1966-1988	1101
<i>Julia Manzano Pérez de Guzmán; Pedro Barrero Ortega; Rafael Manzano Martos</i>	
Decisión, croquis, laser y dron. Sistema de documentación de torres campanario en la provincia de Burgos.....	1111
<i>José Ignacio Sánchez Ribera; Juan José Fernández Martín; Jesús San José Alonso</i>	
Ética y estética: el rol de las primeras ilustraciones en el Libro de las Antigüedades de Serlio....	1119
<i>Gonzalo Muñoz Vera</i>	
La arquitectura y el lugar: experiencias docentes e investigadoras en la E.T.S.A. de la Universidad de Granada.....	1127
<i>Antonio García Bueno; Karina Medina Granados</i>	
Drones para el levantamiento arquitectónico. Aplicación para la documentación de las torres del litoral valenciano.....	1137
<i>Pablo Rodríguez-Navarro; Teresa Gil Piqueras; Giorgio Verdiani</i>	
Nuevas técnicas de levantamiento en la documentación gráfica del patrimonio: los restos de las murallas de Santo Domingo de la Calzada	1145
<i>Licinia Aliberti; Pedro Iglesias Picazo</i>	
Las fuentes gráficas para el estudio y restauración de la Casa Consistorial de Sevilla	1153
<i>Antonio J. Albardonado Freire; María Dolores Robador González</i>	
La expresión gráfica de la planificación urbana en el siglo XX	1161
<i>Laura Rives Navarro</i>	
Dibujos para las Relaciones Geográficas del Nuevo Mundo. Análisis de la información registrada.....	1169
<i>Adela Acitores Suz</i>	
La reforma de la enseñanza del dibujo en l'École d'Art de La Chaux-de-Fonds 1903-1914.....	1179
<i>Inmaculada Jiménez Caballero; María Álvarez Barredo</i>	
Revisitando <i>Civitates Orbis Terrarum</i> . El espectáculo del espacio urbano.....	1187
<i>Felipe Lazo-Mella</i>	
Dibujos de la Guastavino Company: innovación y promoción	1197
<i>Manuel de Miguel Sánchez; María Paz Llorente Zurdo; Vanessa Antigüedad García</i>	

Dibujos de arquitectura popular: una reivindicación para la modernización de la arquitectura española.....	1205
<i>Pedro Miguel Jiménez Vicario; Manuel Alejandro Ródenas López; Amanda Cirera Tortosa</i>	
La figura del arquitecto docente en la segunda mitad del siglo XVIII en Valencia.....	1213
<i>Consuelo Vidal García; Marina Sender Contell;</i> <i>Marta Pérez de los Cobos Cassinello; Pablo Navarro Esteve</i>	
Decoro e traccia grafica nelle ceramiche dalla tradizione alla Contemporaneità	1223
<i>Anna Marotta</i>	
La Villa Farnesina a Roma. Contributi alla sua storia	1231
<i>Cesare Cundari; Giovanni Maria Bagordo; Gian Carlo Cundari; Maria Rosaria Cundari</i>	
La tridimensionalità dell'Architettura e la sua Rappresentazione: un ponte sospeso tra le interpretazioni dei trattatisti italiani del XVI secolo e le metodologie di elaborazione della contemporaneità	1241
<i>Giuseppa Novello; Massimiliano Lo Turco</i>	
Métodos geométricos para el trazado de los perfiles de los nervios de bóvedas de crucería. La Capilla de la Lonja de Valencia	1251
<i>Esther Capilla Tamborero</i>	

Dalla progettazione integrale al BIM

Giovanna A. Massari

Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica. Università degli Studi di Trento (Italia)

Abstract: Nowadays the project disciplines have to deal with the procedures of Building Information Modeling and Management, *ie* with modeling and management of data concerning the work of architecture and engineering. However, this new way of working has the ancient purpose of real-integrated, interdisciplinary and transversal design, which now seems actually feasible for several reasons. Compared to this change the tradition of drawing and its own theoretical and scientific fundamentals can play an important role, because the tools of representation have always been the essential support to the implementation of the intersection between building disciplines and arts. In the last few years at the University of Trento a team of teachers has used and tested the applicability of BIM to real cases of design, construction and maintenance with special regard to architectural themes, their structure and plant engineering.

Parole chiave: Cantiere virtuale, Interoperabilità, Progettazione parametrica.

Da sempre, quando in architettura le questioni tecniche e impiantistiche diventavano importanti, vale a dire da epoche assai remote, è stato indispensabile che alla base ci fosse veramente un *buon* progetto, cioè un progetto idoneo ad affrontare e a risolvere in modo integrato i molteplici problemi posti dai processi costruttivi anche per mezzo del reciproco adattamento tra forma, funzione e struttura. Per lungo tempo non era necessario definire altrimenti il *buon* progetto di architettura, almeno fino a quando le citate questioni non assunsero un ruolo preponderante per dimensioni e complessità. Allora ci si rese conto che la gestione delle operazioni richiedeva strumenti più raffinati e procedure più articolate e iniziò a prendere corpo un'idea che fu definita abbastanza presto *progettazione integrale*. Questa, pur non essendolo, sembrava alludere

a qualcosa di diverso e di metodologicamente distinto da una *progettazione* senza aggettivi.

Erano gli anni Cinquanta del secolo scorso quando in numerosi paesi cominciò a porsi il problema dal punto di vista concettuale. Il termine *integrale* metteva al centro la necessità di considerare simultaneamente tutte le componenti del processo edilizio, indicava la tensione allo sviluppo armonico di ciascuna fase, dalla concezione alla realizzazione, e soprattutto implicava l'attenzione per ogni elemento costitutivo in quanto parte di un intero e concorrente alla definizione della totalità dell'opera. Nei successivi anni Sessanta e Settanta si provò a definire in modo normativo in che cosa consistesse quell'attività progettuale che poteva qualificarsi come *integrale e coordinata* e che ambiva a migliorare le prassi correnti nel mondo dell'architettura e dell'ingegneria (Sacchi 2015). Lo scopo era quello di usare i nuovi criteri per disciplinare anzitutto l'esercizio della professione, cosa che l'Italia fece con la Legge 143 del 2 marzo 1949 sulle tariffe professionali; in essa e nei successivi aggiornamenti fu segnalato con chiarezza quali operazioni andavano intese come tra loro integrate affinché nella progettazione esse fossero affrontate in modo strettamente connesso.

In quel momento storico il dibattito riguardò le strutture e le infrastrutture, tutti gli impianti, gli arredi e, se richiesto, le analisi economiche. Furono anche considerate la previsione delle interferenze tra le diverse fasi di realizzazione, la verifica della sostenibilità energetica ed economica, il confronto con le soluzioni alternative, l'efficienza e l'economia del cantiere, il monitoraggio del procedere della costruzione, il controllo della produzione dei componenti incluse le relative garanzie e certificazioni, nonché la progettazione della manutenzione e la stima dell'obsolescenza dell'opera. Alla *progettazione integrale* furono spesso associate le prime procedure di ottimizzazione dei tempi di progettazione e di costruzione quali il *PERT (Program Evaluation and Review Technique)*, con l'obiettivo di controllare

i percorsi cronologicamente critici delle operazioni tra loro funzionalmente dipendenti. In buona sostanza, già allora si ipotizzò una gestione coerente dell'insieme di operazioni che, in ogni momento, un esperto gruppo di progettazione mette normalmente in atto per conoscere, prevedere e realizzare l'intero processo costruttivo; vale a dire un buon sistema informativo globale della costruzione, oggi noto con l'acronimo BIM (*Building Information Modeling*).

Nello stesso frangente temporale, all'inizio degli anni Sessanta, fu concepito il primo sistema CAD: non una mera trasposizione digitale del disegno manuale ma uno strumento informatico per la modellazione parametrica, che introdusse un cambio di paradigma nell'atto del rappresentare poiché privilegiò le relazioni intercorrenti tra le parti, le equazioni più dei singoli elementi, e che quindi era intrinsecamente predisposto alla gestione della variabile temporale (Woodbury 2010). Nonostante la novità degli inizi, la sperimentazione e l'adozione dei CAD parametrici riguardarono essenzialmente gli ambiti dell'industria automobilistica e aeronautica, capaci di notevoli risorse economiche. Solo alcuni anni dopo, con la riduzione dei costi dell'hardware, il CAD approdò nel mondo delle costruzioni ma senza la componente parametrica: fu poco più che l'emulazione dei modi tradizionali del disegno, finalizzata alla produzione di tavole cartacee (Aish 2013).

Per l'innescare di un modo innovativo di praticare il progetto sarà necessario attendere il 2003, quando Autodesk coniò il termine BIM; nell'arco di un decennio si compie una vera rivoluzione e all'inizio del 2014 il parlamento europeo approva la riforma degli appalti (*EUPPD European Union Public Procurement Directive*) che contiene l'impegno per gli stati membri alla promozione delle procedure BIM nelle attività di progettazione per le opere pubbliche. La Finlandia e il Regno Unito hanno già recepito la direttiva europea e dal 2016 tutti gli appalti pubblici finanziati dallo stato dovranno essere impostati con le nuove procedure di progettazione. Altri stati europei, come la Francia e la Germania, stanno programmando l'introduzione della direttiva mentre l'Italia è ancora ferma, ma ormai il cambiamento vive una crescita inesorabile.

Teoria

L'obiettivo, delineato alcuni decenni fa, della *progettazione integrale* cioè di una progettazione realmente

integrata, interdisciplinare e intersettoriale, oggi sembra effettivamente realizzabile in virtù di un modo nuovo di concepire il processo edilizio e di lavorare nel mondo dell'architettura e dell'ingegneria tramite il BIM (*Building Information Modeling* o, preferibilmente, *Building Information Management*): una piattaforma informatica dinamica e condivisa per la modellazione o, più propriamente, per la gestione delle informazioni concernenti un'opera costruita (Sacchi 2015).

I motivi che segnano lo scarto tra i propositi del passato, in parte rimasti tali, e i fatti rivoluzionari ai quali stiamo assistendo sono diversi. La recente convergenza di strumenti *software* un tempo separati (fogli di calcolo, banche-dati, CAD-CAM, renderizzatori e così via) permette, anzitutto, di definire operativamente un modello digitale coordinato, infografico, parametrico e multi-accesso.¹ Questo significa che abbiamo la concreta possibilità di integrare e di elaborare nel modello, secondo criteri gerarchici, tutti i dati necessari alla progettazione, costruzione, certificazione, manutenzione e riconversione dei manufatti, inclusa la loro demolizione. Architetti, ingegneri, tecnici, imprese appaltatrici ed esecutrici possono rappresentare, descrivere e progettare spazi, strutture, impianti, sottosistemi, componenti e finiture per oggetti 3D ai quali è associata una serie di informazioni essenziali per lo svolgimento efficiente ed efficace del processo edilizio riguardante l'opera (Eastman *et al.* 2012). Quindi il BIM opera per definizione in 4D, essendo il tempo uno dei parametri gestiti nel modello in quanto variabile essenziale nella pianificazione e monitoraggio dei molteplici stadi del ciclo di vita delle opere.

A fronte della complessità crescente e dei costi che ne derivano, gli operatori del settore delle costruzioni sono sempre più convinti del fatto che l'adozione di metodologie BIM facilita l'implementazione di pratiche virtuose e l'introduzione di processi innovativi; ad esempio la prefabbricazione per sistemi e componenti, l'automazione e la produzione a controllo numerico, la sostenibilità del processo edilizio e dei suoi esiti, la certificazione di qualità del prodotto e delle fasi di produzione, la prevenzione e la sicurezza nelle lavorazioni edili, l'introduzione di procedure di *Project Management*. L'opera dev'essere concepita come un sistema di componenti a ciascuna delle quali è associato un sistema di valori riferiti a tutte le variabili di forma, qualità e costo. Le varie competenze specialistiche devono poter *inter-operare* e il flusso delle informazioni dev'essere disponibile e condivisibile in tempo reale

da parte di tutti gli attori: progettisti, committenti, amministratori, gestori, costruttori, fornitori, impiantisti e manutentori. Un modello digitale coordinato permette l'archiviazione e la gestione efficiente dei dati, la simulazione virtuale preventiva di ogni fase del processo costruttivo e non solo di quella della progettazione, nonché la rappresentazione secondo livelli di dettaglio (LOD) variabili ma definiti a priori.

Il BIM offre benefici reali che iniziano ad essere documentati anche in letteratura: il controllo delle interferenze e l'abbattimento delle non conformità tra le parti, quindi la riduzione dei costi di progettazione; l'accorciamento dei tempi di costruzione, quindi la riduzione dei costi di costruzione; la pianificazione delle lavorazioni in cantiere in funzione delle forniture; la conservazione del valore immobiliare dell'esistente con l'adeguamento agli standard funzionali e energetici; l'ottimizzazione delle procedure e delle risorse, quindi l'aumento in generale dell'efficienza; la semplificazione nelle azioni decisionali e nella generazione di documenti tecnici; l'incentivazione della prefabbricazione riferita non solo alla produzione in serie ma anche al pezzo su misura; la disponibilità di librerie *on line* di componenti virtuali completi di caratteri prestazionali.

Sempre più spesso si sente parlare della quinta, sesta e addirittura settima dimensione del BIM; mentre è ormai noto che la modellazione 5D si riferisce al controllo dei costi, pochi hanno già sperimentato le procedure (6D) per la manutenzione o incluso gli aspetti della sostenibilità in un ulteriore livello 7D (Bimpanzee.com), il nodo centrale resta quello dell'interoperabilità, che è uno dei fattori principali di sviluppo dei sistemi distribuiti complessi; la cultura dell'interoperabilità può accrescere la qualità, la replicabilità e la standardizzazione dei modelli informativi eterogenei, ma essa necessita di una visione ampia che includa tanto gli aspetti tecnici quanto quelli normativi, economici e organizzativi.

Esperienza

Da alcuni anni un gruppo di ricerca dell'Università di Trento applica le logiche BIM a esperienze concrete di progettazione, costruzione e manutenzione architettonica, con l'intento di agevolare l'avvicinamento alle nuove procedure da parte di realtà professionali imprenditoriali anche medio-piccole. Troppo spesso, infatti, il BIM viene visto come una scalata necessaria, in vista dell'inserimento di nuovi *standard* nei bandi

e nelle gare, ma eccessivamente difficoltosa da intraprendere: tale sensazione può essere attutita solo conoscendo e condividendo strumenti e metodi di lavoro già sperimentati e collaudati. *Project Management*, *Construction Management*, *Facility Management* e altro ancora: parole ricorrenti che sembrano lontane dalla pratica quotidiana solo perché non si prova a usarle nel proprio mestiere a partire da problemi circoscritti, quindi più governabili, cambiando i modi di gestire il progetto e la costruzione.

Le direzioni verso le quali si è investito sono le seguenti: BIM e controllo dei costi (computazione in tempo reale); BIM e interoperabilità (progettazione integrata); BIM e *Project Management* (IV e V dimensione del progetto); BIM e progettazione del cantiere; BIM e gestione della manutenzione (VI dimensione del progetto); BIM e prefabbricazione; BIM e catalogo di componenti edilizi. Gli obiettivi della ricerca seguono un doppio binario. Il primo porta alla definizione e alla condivisione di un sistema di conoscenze che sia valido anche in campo professionale e imprenditoriale, a testimonianza del contributo di innovazione che l'università può dare al territorio nel quale opera. Il secondo è diretto verso l'istituzione e il potenziamento di programmi didattici trasversali ai diversi insegnamenti e uniti nel comune intento di dare ai giovani laureati le competenze specifiche per affrontare e indirizzare la complessità del mestiere dell'architetto e dell'ingegnere.

La sperimentazione è partita tre anni fa applicando il BIM al processo di progettazione di una scuola dell'infanzia a Manfredonia (FG) progettata dall'arch. Matteo Clemente di Roma.² Si è subito sgombrato il campo dall'equivoco che esso sia una semplice progettazione 3D riassumibile con l'uso di un *software*: la modellazione tridimensionale è senz'altro l'asse portante di questo insieme di procedure ma non è l'unico e probabilmente neanche il più importante, proprio perché il BIM genera innovazione di processo tramite l'impostazione dei flussi di lavoro (Figura 01). Il modello coordinato ha permesso di gestire i dati in uscita per produrre calcoli di superficie e volumetriche, abachi, verifiche strutturali, esecutivi e dettagli, ma soprattutto ha consentito di effettuare analisi predittive su costi, computi metrici ed estimativi, fabbisogni energetici e quant'altro può influenzare il progetto/processo della costruzione reale. Non si è elaborato un modello unico ed esaustivo, ma si è definito un processo unico al quale far concorrere più modelli tra loro complementari, generati da applicativi diversi (Figura 02).

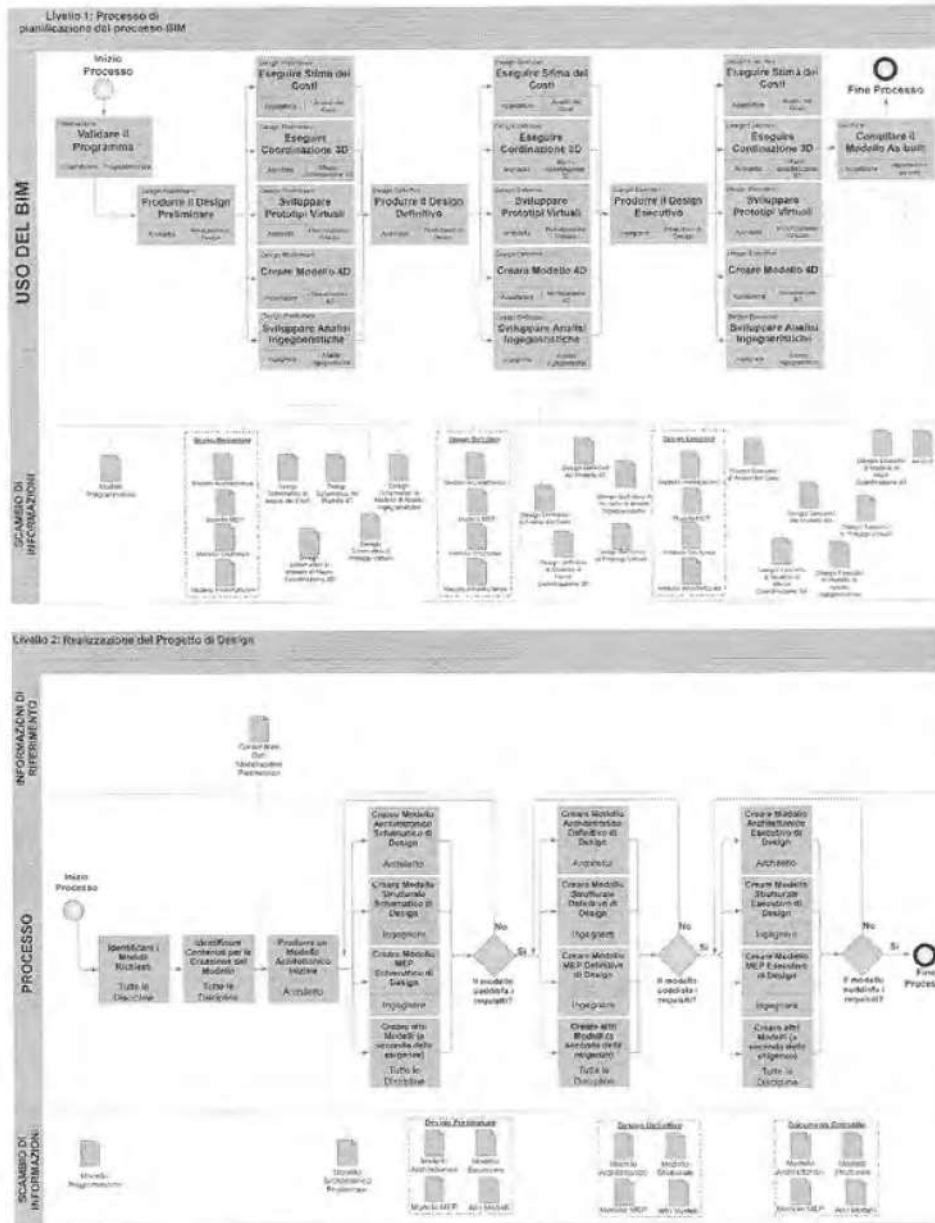


Figura 01. Pianificazione del processo BIM (in alto) e realizzazione del flusso di lavoro (in basso). Autore Roberto Scalzotto.

Un'esperienza condotta quasi in parallelo riguarda il rapporto tra gli strumenti BIM, la progettazione integrata e l'organizzazione del cantiere del nuovo plesso dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige (TN) progettato dall'arch. Alberto Cristofolini di Trento.³ Anche in tal caso il flusso di lavoro lega il modello architettonico, quello strutturale, il progetto e il modello degli impianti. Cinque modelli BIM sono riuniti in un unico *File Master* al fine di coordinare le varie discipline e controllare le interferenze. La gestione degli errori di progettazione (*Clash Detection*) ha evidenziato le principali cause della dispersione di risorse dovute al CAD: ridondanza di informazioni, difficile interpretazione degli elaborati, presenza di informazioni sbagliate (Figura 03). La pianificazione dello stato d'avanzamento del cantiere con strumenti di *Project Management* ha portato a studiare una *WBS (Work Breakdown Structure*: scomposizione del progetto in fasi di lavoro definite) efficace per la gestione del computo metrico, del programma dei lavori (diagramma di Gantt) e della contabilità.



Figura 04. Simulazione 5D dell'edificio. Autore Stefano Colombelli.

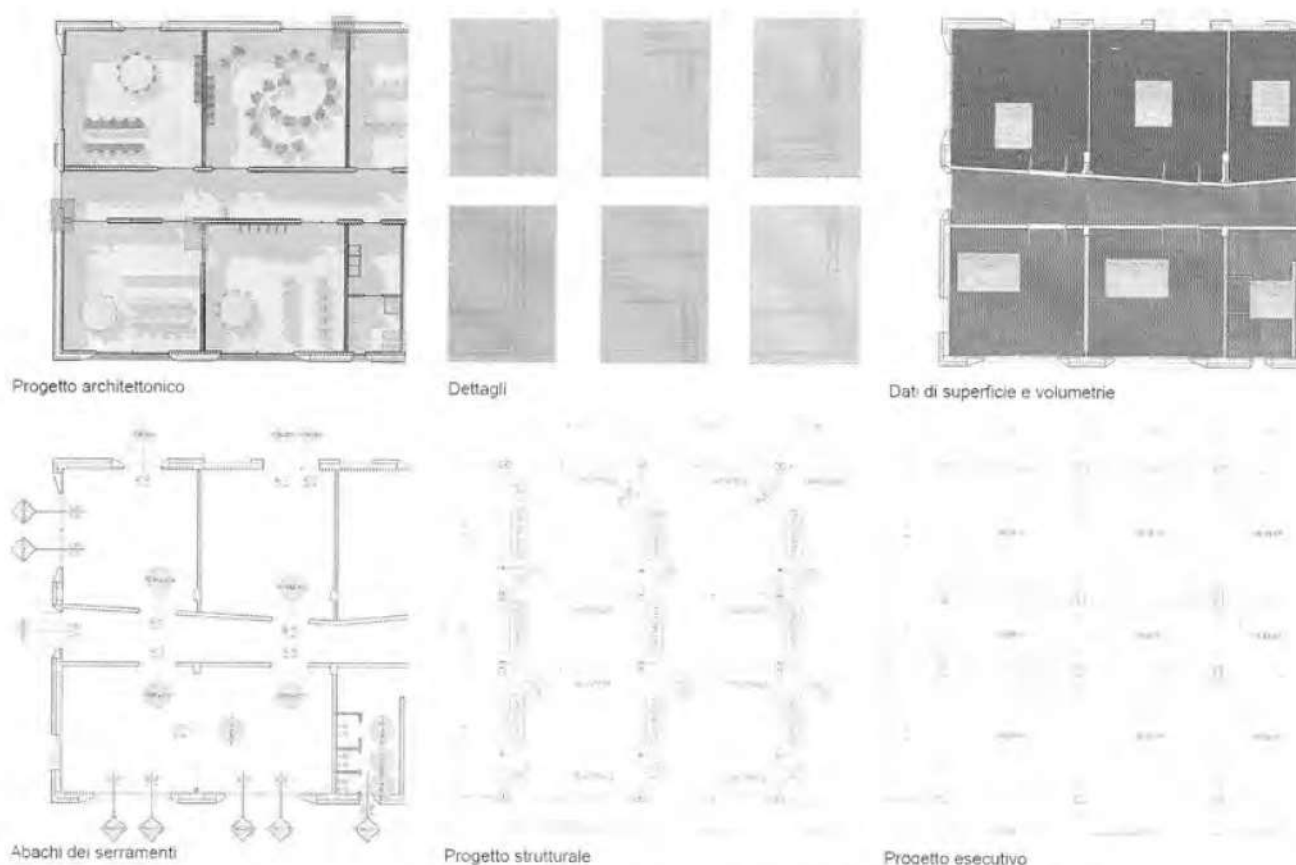


Figura 02. Modello coordinato come archivio di informazioni. Autore Roberto Scalzotto.

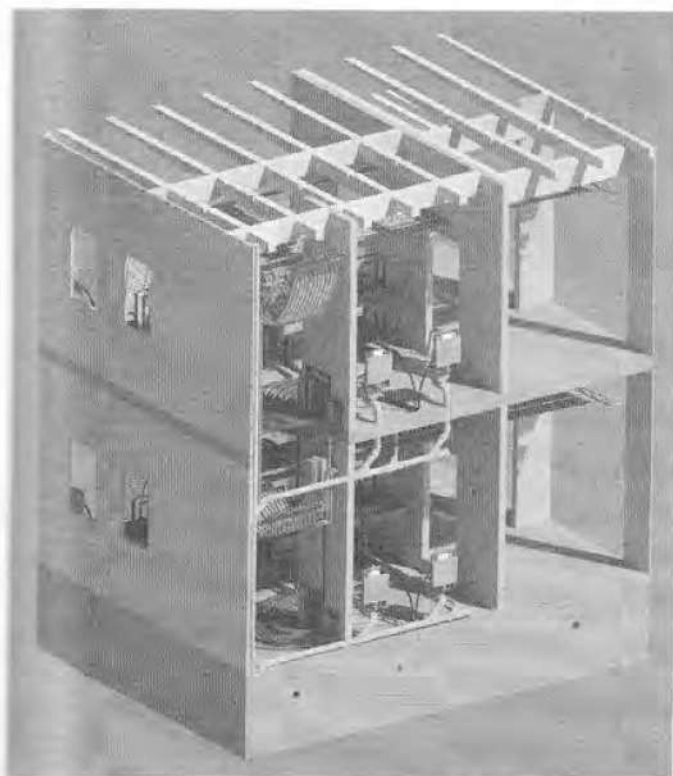


Figura 03. Modello architettonico, strutturale e impiantistico per il controllo delle interferenze. Autore Stefano Colombelli.

sfruttando le informazioni contenute nel *File Master*. Il fatto che il computo metrico e il crono-programma siano stati collegati fra di loro ha permesso di realizzare una simulazione 5D dell'edificio (Figura 04).

Un terza sperimentazione concerne il BIM e la gestione della manutenzione della sede dell'Università di Trento a Mesiano (TN) progettata dall'arch. Gianleo Salvotti di Trento.⁴ Si è studiata la possibilità della gestione virtuale di un edificio reale a partire dalla acquisizione degli elaborati originali di progetto e relativa verifica con il rilievo dello stato di fatto, al fine della facilità di comunicazione delle informazioni e della realizzazione di un modello utile per successivi interventi di progetto e/o manutenzione (Figura 05). La visualizzazione del modello avviene in modo interattivo e consente di indagare il manufatto in remoto oppure attraverso un collegamento GPS sincronizzato sul campo, di isolare i singoli elementi a seconda delle necessità, di individuare immediatamente le informazioni utili; di inserire commenti e annotazioni direttamente sul modello accessibile da tutti gli altri utenti (l'figura 06).



Figura 05. Gestione virtuale dell'edificio reale. Autore Nicola Ianeselli.

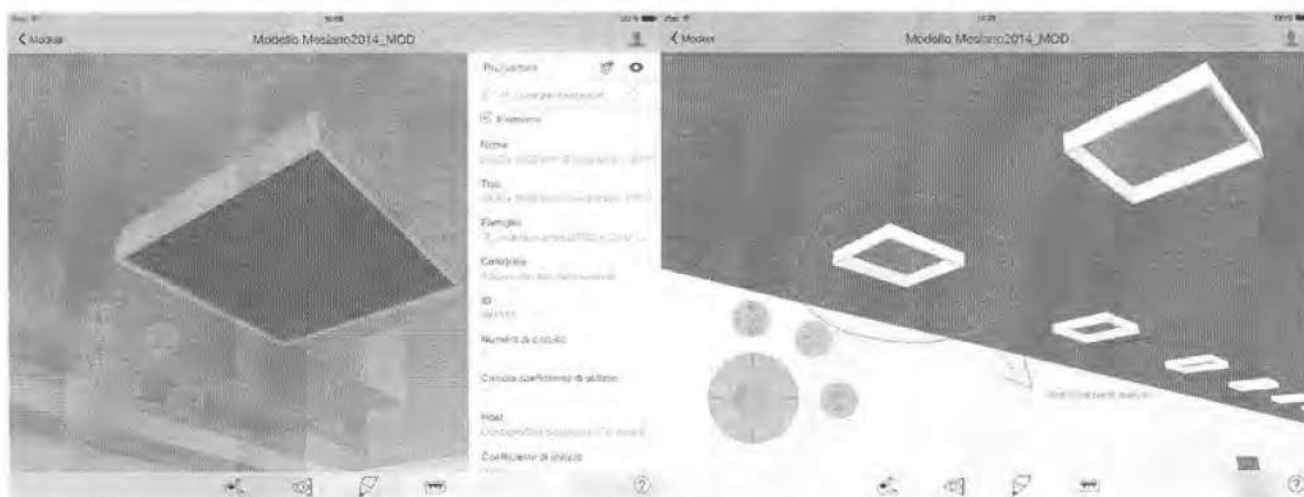


Figura 06. Uso interattivo del modello. Autore Nicola Ianeselli.

Un caso di studio: la ricostruzione di Baita Lanzola in Val di Sella (Trentino, Italia). Di Lewis Dal Magro⁵

Questa specifica esperienza investe il tema della ri-funzionalizzazione di un'area montana attraverso il recupero di una volumetria storica, trasformata in rifugio escursionistico attrezzato anche per il ricovero di cavalli. Dal punto di vista architettonico si tratta di un recupero tipologico teso a salvaguardare il carattere architettonico locale utilizzando un linguaggio ed una tecnologia costruttiva attuali (Figura 07). Per questo motivo, in accordo ai vincoli di tutela del territorio per rischi idrogeologici, si è scelto di adottare una struttura

portante a secco, innovativa e leggera: *SteelMAX®*, un sistema intelaiato con profili leggeri in acciaio.

La tecnologia BIM è stata adottata non solo per la gestione delle fasi costruttive, utilizzando la variabile tempo, ma soprattutto per proporre un nuovo flusso di lavoro realmente integrato e orientato alla prefabbricazione industriale. Ciò permette di intervenire sul progetto, nelle diverse fasi, sulla base di simulazioni e valutazioni sia preliminari sia in corso d'opera che sarebbero impossibili con metodi tradizionali di progettazione (De Luca Picione, Mottola 2014). La collaborazione con l'azienda COGI S.r.l., produttrice del

sistema strutturale, ha permesso di elaborare un nuovo *workflow* maggiormente organico e accessibile da parte dei progettisti esterni, reso possibile esclusivamente con la tecnologia BIM (Figura 08). La resistenza dei profili, infatti, deve essere verificata mediante articolati algoritmi di calcolo in cui la geometria dei telai gioca un ruolo fondamentale e necessita di un notevole bagaglio di conoscenze specifiche. Proprio il concetto BIM di *parametrizzazione* permetterebbe l'utilizzo di moduli parametrici preformati, contenenti le regole geometriche necessarie alla disposizione automatica delle componenti, valide al variare delle dimensioni. Sarebbe inoltre possibile associare agli elementi parametri indiretti quali il peso, il costo o i valori di carico limite. In questo modo si utilizza il BIM nella sua accezione più informatica di *database* dotato di accesso grafico (De Luca Picione, Mottola 2009), come sperimentato nel caso delle travature reticolari (Figura 09).



Figura 07. *Render* del progetto di ricostruzione di Baita Lanzola. Autore Lewis Dal Magro.

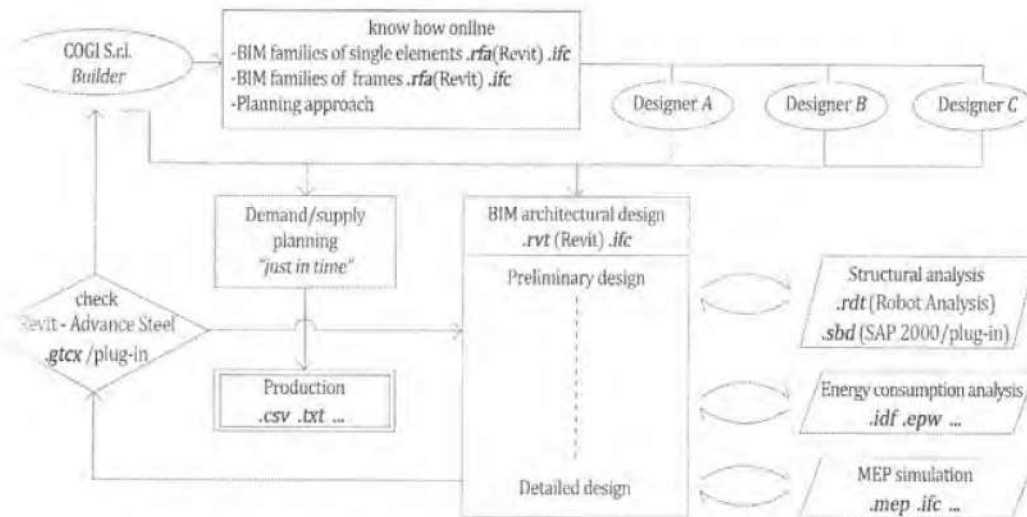


Figura 08. Ipotesi del flusso di lavoro integrato. Autore Lewis Dal Magro.

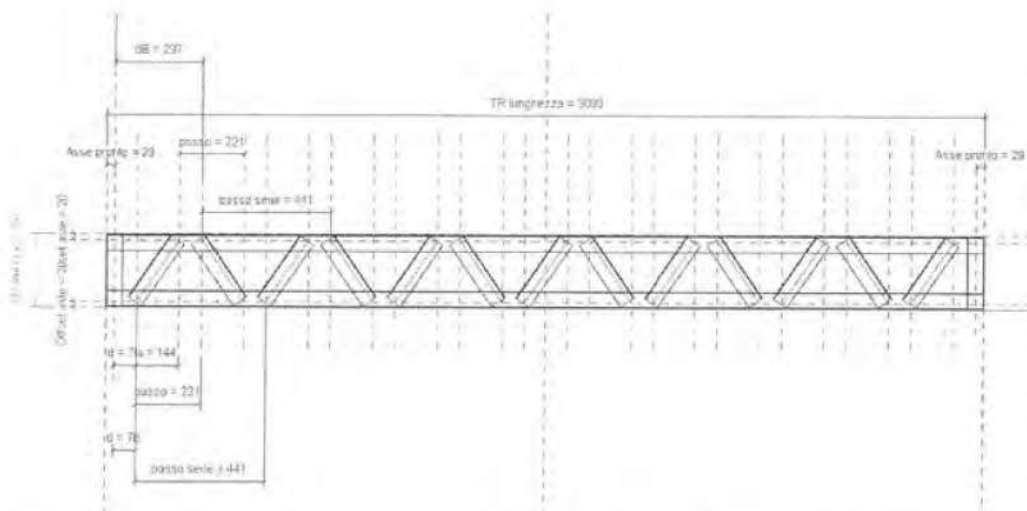


Figura 09. Parametrizzazione geometrica della trave reticolare. Autore Lewis Dal Magro.

La ricerca di un'integrazione maggiore delle diverse fasi risponde all'esigenza di ottimizzare le risorse economiche e materiali, migliorando allo stesso tempo la qualità del progetto. Il collaudo dell'applicabilità del *Building Information Modeling* al flusso di lavoro proposto ha comportato il confronto con le piattaforme digitali disponibili e la verifica dell'interoperabilità dei *software* interessati dalla simulazione della commessa. Si è cercato di porre al centro il progetto architettonico, gestito con la piattaforma *Autodesk Revit Architecture* e costruito per moduli parametrici noti come *famiglie*, creati *ad-hoc* con lo scopo di inserire agevolmente i telai strutturali già nella prima fase della modellazione/progettazione.

Attraverso moduli integrati nel *software*, si è individuata la possibilità di svolgere simulazioni strutturali, energetiche ed impiantistiche con sincronizzazione diretta dei modelli. Si è sperimentato, inoltre, l'intercambio di dati con il sistema informatico attualmente posseduto dall'azienda, un *plug-in* specifico di *Auto-desk Advance Steel*, sia per il collegamento diretto alla produzione a controllo numerico, sia per mantenere attivo il ruolo di validazione finale della struttura da parte di COGI S.r.l., prima di avviare la produzione. Infine, la possibile suddivisione del progetto in fasi temporali già all'interno del modello BIM architettonico consentirebbe la pianificazione di forniture *just in time* in cantiere e la redazione di piani di approvvigionamento aziendali.

Alcune problematiche di tipo informatico hanno condizionato la realizzazione degli obiettivi fissati con il nuovo flusso di lavoro, permettendo tuttavia di giungere a buoni risultati di partenza. La principale difficoltà riscontrata risiede nell'impostazione della simulazione strutturale. La grande quantità di elementi presenti naturalmente nella struttura intelaiata rappresenta, infatti, un ostacolo nel controllo geometrico vero e proprio di nodi e aste analitiche all'interno di *Revit*. Si è pertanto dovuto realizzare un modello *wireframe* indipendente, elaborato in *AutoCAD* ed analizzato in *SAP 2000*. Un ulteriore problema di compatibilità ha riguardato il dialogo tra il modello BIM vero e proprio ed il *plug-in* specifico di COGI S.r.l.: la perdita delle informazioni relative all'orientamento del profilo sull'asse ha compromesso la possibilità di comunicare in modo automatico le particolari lavorazioni e tagli per i diversi innesti. Queste difficoltà sono state, tuttavia, stimolo per una sperimentazione differente all'interno dello stesso *software Revit*, riguardante la creazione delle *famiglie parametriche*. Le varie tipologie di telai strutturali sono state composte con tecniche differenti per sperimentare allo stesso tempo soluzioni diverse e valutarne pro e contro a livello informatico, in funzione delle prestazioni attese dal modello in campi di applicazione specifici. Le pareti sono state modellate inserendo i singoli elementi, mentre le travi reticolari sono state sviluppate con un grado più elevato di parametrizzazione, equivalente alla disposizione automatica delle componenti, al calcolo dei connettori necessari, del peso e di una stima del carico limite come in un abaco dinamico (Figura 10). Questa scelta deriva dalle geometrie più articolate delle prime e dal tentativo di utilizzare i singoli montanti e guide come elementi analitici per il calcolo strutturale. Data l'impossibilità attuale di connettere l'intero processo di progettazione

da un punto di vista tecnico, si è scelto di approfondire il tema della redazione di una distinta pezzi il più possibile controllata. Sotto questo punto di vista, si è potuto agevolmente arrivare ad un risultato con un buon grado di precisione, non ancora sufficiente per il controllo numerico ma sicuramente adeguato alla redazione di carpenterie di cantiere, abachi di identificazione dei telai e documentazioni relative alle fasi di preventivo dei costi e stima dei materiali.

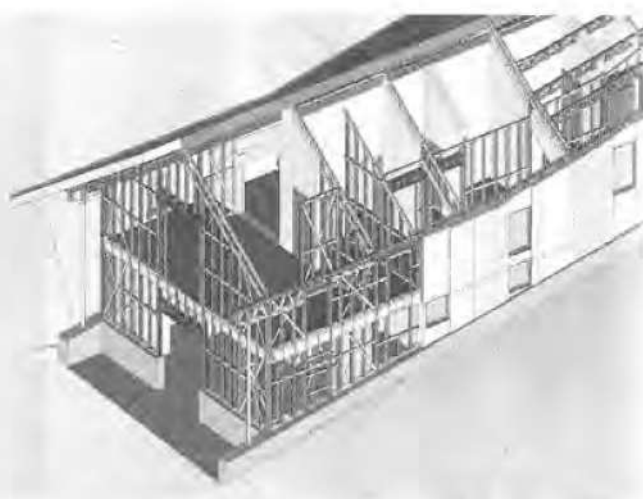


Figura 10. Spaccato assometrico della struttura costruttiva. Autore Lewis Dal Magro.

Questa sperimentazione ha avuto come intento primario quello di indagare il BIM sotto vari punti di vista alla ricerca di un vero progetto integrato, per capire quali siano gli attuali ostacoli tecnico-informatici. Alcune delle difficoltà riscontrate sono dovute alla presenza di geometrie irregolari, delicate da trattare con tecniche intelaiate, mentre altre sono dovute al tentativo di compiere il flusso di lavoro nella sua totalità, che però ha portato alla realizzazione di un modello *ibrido*. La scelta di un campo specifico come tema sul quale testare le procedure BIM avrebbe sicuramente permesso di ottenere un'accuratezza maggiore ma circoscritta: qui si è voluto azzardare un approccio globale che unisse aspetti grafici, analitici, di automazione e computazionali.

Note

¹ Un modello infografico privilegia l'espressione grafico-visuale dei dati trascurando quella testuale; un modello parametrico contiene costanti numeriche che possono essere modificate in funzione degli obiettivi.

² Roberto Scalzotto, *Il futuro dell'architetto integrale. Il BIM come processo di progettazione*, tesi di laurea, C.d.S. in Ingegneria edile-Architettura, Università degli Studi di Trento,

a.a. 2012-2013. Applicativi: *Graphisoft Archicad, StruSoft VIP-Energy, Microsoft Office Excel, OmniGraffle Pro.*

² Stefano Colombelli, *Progettazione integrata e organizzazione del cantiere con procedure BIM*, tesi di laurea, C.d.S. in Ingegneria edile-Architettura, Università degli Studi di Trento, a.a. 2012-2013. Applicativi: *Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, Acca Primus, Microsoft Office Excel, Microsoft Project.*

³ Nicola Ianeselli, *Il BIM e la gestione delle opere pubbliche. Mesiano. La manutenzione attraverso il Facility Management*, tesi di laurea, C.d.S. in Ingegneria edile-Architettura, Università degli Studi di Trento, a.a. 2012-2013. Applicativi: *Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, Microsoft Office Excel, Microsoft Project, Autodesk BIM 360 Glue.*

⁴ Lewis Dal Magro, *Dalla prefabbricazione al calcolo strutturale: il flusso di lavoro BIM nel recupero architettonico di alta Lanzola in Val di Sella*, tesi di laurea, C.d.S. in Ingegneria edile-Architettura, Università degli Studi di Trento, a.a. 2014-2015. Applicativi: *Autodesk Revit Architecture 2015, Autodesk AutoCAD 2015, Autodesk Advance Steel 2015, Autodesk Robot Analysis 2015, CSI SAP 2000 v 17, Adobe Photoshop CS6.*

Riferimenti bibliografici

AA.VV. 2012. *Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management*. Collana Management, Rizzoli Etas, Milano.

AISH, Robert. 2013. "First Build Your Tools". In PETERS, Brady, PETERS, Terri. *Inside Smart Geometry. Expanding the Architectural Possibilities of Computational Design*, 36-49. Wiley, Hoboken (NJ).

ARCHIBALD, Russell D. [1985, 2004] 2012. *Project management. La gestione di progetti e programmi complessi*. Franco Angeli, Milano.

BAKER, Ana, GARRET, Brandon. 2011. *BIM: for Project Managers*. CSI Southwest Region Conference. <http://www.csidesign.org/assets/uploads/knowledgecenter/BIM-for-Project-Managers.pdf>.

BIMPANZEE.COM. <http://www.bimpanzee.com/bim-3d-4d-5d-6d-7d.html>.

CIRIBINI, Angelo L. 2013. *L'Information Modeling e il settore delle costruzioni: IIM e BIM*. Collana Politecnica. Maggioli

Editore. Santarcangelo di Romagna (RN).

DE LUCA PICIONE, Mauro, MOTTOLA, Vittorio. 2009. *Il progetto dinamico del cantiere edile*. Collana Strumenti di Progettazione. Il Sole 24 Ore Pirola, Milano-Roma.

DE LUCA PICIONE, Mauro, MOTTOLA, Vittorio. 2014. "Il BIM assembler per l'analisi preventiva e il monitoraggio". *Il nuovo cantiere*, 1:38-41.

EASTMAN, Chuck, TEICHOLZ, Paul, SACKS, Rafael, LISTON, Kathleen. 2012. *BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractor*. Wiley, Hoboken (NJ).

GARZINO, Giorgio. 2011. *Disegno (E) In Formazione disegno politecnico*. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).

MIRAMONTI, Clara (editor). 2014. "BIM: il nuovo approccio per progettare e costruire". *U&C*, 9. UNI Ente Nazionale Italiano di Normazione. <http://www.pr.camcom.it/promozione/innovazione-tecnologica/materiale-innovazione-tecnologica-2014/dossier-u-c-n-9-2014-bim>.

OSELLO, Anna. 2012. *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

SACCHI, Livio. 2015. "La fine del disegno?". *Op. cit.*, 153:5-15.

WOODBURY, Robert. 2010. *Elements of Parametric Design*. Routledge, New York.

Autore

Giovanna A. Massari. Laureata in Architettura al Politecnico di Milano nel 1987, dottore di ricerca in Conservazione dei Beni Architettonici nel 1993, ricercatore di ruolo di Disegno nel 1996, dal 2006 è professore associato di Disegno nel Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica dell'Università di Trento, dove coordina gli insegnamenti dell'area della Rappresentazione nel corso di studi in Ingegneria edile-Architettura. Svolge attività di ricerca teorica e applicata nei campi del rilievo architettonico, urbano e ambientale, e in quelli della grafica e comunicazione multimediale. Dirige il LAMARC (Laboratorio di Analisi e Modellazione dell'Architettura, Rappresentazione e Comunicazione), una struttura integrata di sperimentazione scientifica, lavoro professionale e attività formativa attorno a particolari temi e tipologie di ricerca. giovanna.massari@unitn.it

ORGANIZAN:



Universidad
de Alcalá



FUNDACIÓN
GENERAL
UNIVERSIDAD
DE ALCALÁ



Universidad
de Alcalá

ESCUELA DE ARQUITECTURA



Universidad
de Alcalá

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

COLABORAN:

Leica
Geosystems



fundación **arquia**



Hermandad Nacional de Arquitectos