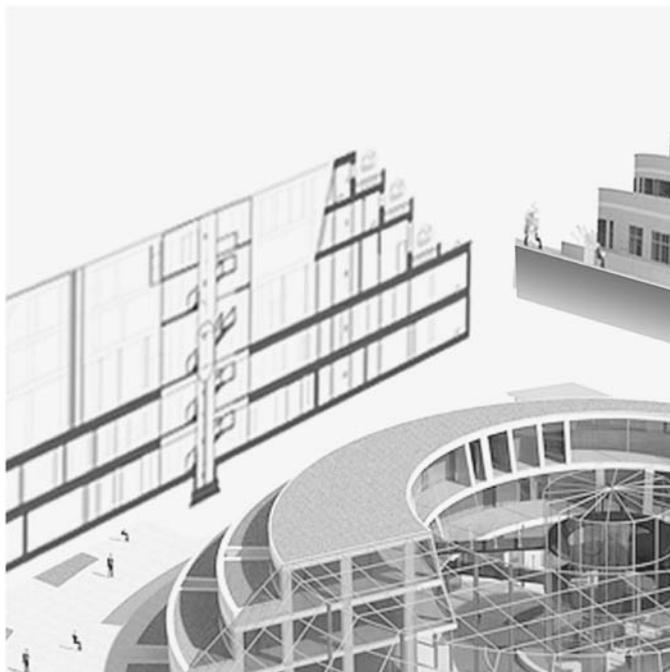


Anna Osello

Il futuro del disegno con il  
The Future of Drawing with

# BIM

per ingegneri e architetti  
for Engineers and Architects



[Scheda sul sito >](#)

Dario Flaccovio Editore

**Anna Osello**

Politecnico di Torino - DISEG

**Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti**  
**The Future of Drawing with BIM for Engineers and Architects**



Dario Flaccovio Editore

**A mia madre**  
**To my mother**

Anna Osello

**Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti/The Future of Drawing with BIM for Engineers and Architects**

Copertina. Modello realizzato da Enea Amato, David Erba, Maurizio Formia, Edoardo Peiretti, Mattia Sandrone

Cover. Model realized by Enea Amato, David Erba, Maurizio Formia, Edoardo Peiretti, Mattia Sandrone

Abbreviazioni essenziali/Essential abbreviation

AEC	Architecture, Engineering and Construction
BEM	Building Environment Modelling
BIM	Building Information Modelling/Modeling
BIMM	Building Information Modelling and Management
BMP	BIM Management Plan
BMS	Building Management System
CAD	Computer Aided Design
CMM	Capability Maturity Model
COBIE	Construction Operations Building Information Exchange
DAD	Digital Architectural Design
DBMS	Database Management System
FM	Facility Management
GIS	Geographic Information System
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning
IAI	International Alliance for Interoperability
ICT	Information and Communication Technology
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Class
IFD	International Framework for Dictionaries
IT	Information Technology
MDV	Model View Definition
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing
NATSPEC	National Specification System
NBIMS	National BIM Standard
OCCS	Omniclass
OOCAD	Object-Oriented CAD
R&D	Research and Development
WSN	Wireless Sensor Network

ISBN

© 2012 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686  
[www.darioflaccovio.it](http://www.darioflaccovio.it) [info@darioflaccovio.it](mailto:info@darioflaccovio.it)

Prima edizione: maggio 2012

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Stampa: Tipografia Priulla, maggio 2011

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

## Ringraziamenti

Prima di tutto vorrei ringraziare Francesco Profumo, Marco Tomasi, Gianpiero Biscant e Mario Ravera per avermi dato la possibilità di sviluppare dei casi studio significativi nell'ambito del campus del Politecnico di Torino.

Un ringraziamento speciale è per Marco Bonino. Tutto il suo lavoro e i suoi suggerimenti sono stati molto apprezzati.

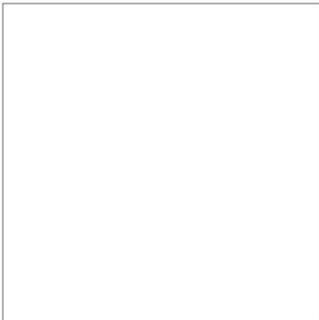
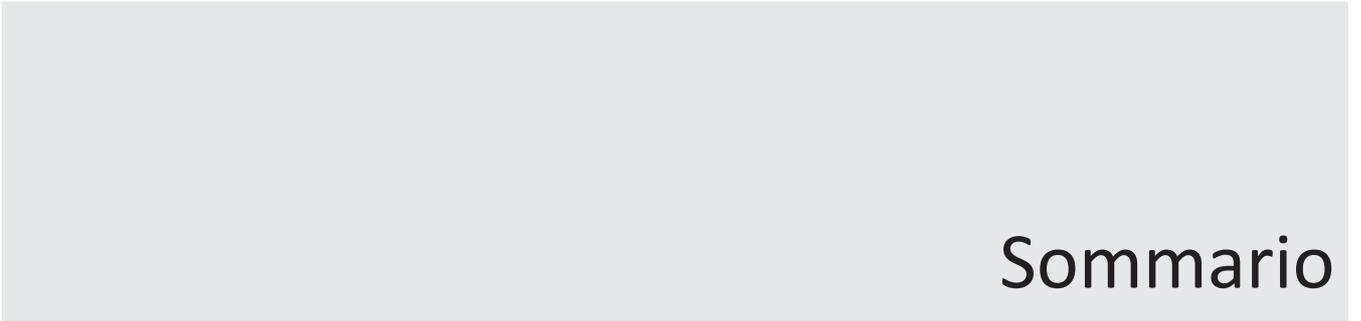
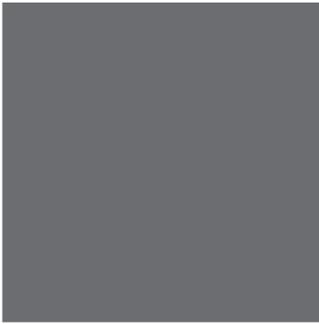
Infine, voglio ringraziare tutte le persone che con me hanno collaborato in questi anni, dedicando del tempo prezioso anche per questo libro.

## Acknowledgements

First and foremost I would like to thank Francesco Profumo, Marco Tomasi, Gianpiero Biscant and Mario Ravera for giving me the opportunity to develop meaningful case studies in the Politecnico di Torino campus.

Special thanks go to Marco Bonino. All of his work and his suggestions were greatly appreciated.

Finally, I want to thank all the people who have collaborated with me during these years, devoting precious time even for this book.



<b>8</b>	<b>Contents</b>
<b>14</b>	<b>Foreword</b> <i>Anna Osello</i>
<b>18</b>	<b>Introduction</b> <i>Marco Gilli</i>

## **21 Chapter 01**

<b>23</b>	<b>Introduction to Building Information Modelling and interoperability</b>
<b>23</b>	<b>The imaginary world in the future with BIM and interoperability</b>
<b>25</b>	<b>Brief history of BIM</b>
<b>29</b>	<b>BIM: definitions and introduction</b>
<b>39</b>	<b>Interoperability: definition and potentiality</b>
<b>43</b>	<b>BIM versus CAD</b>
<b>49</b>	<b>BIM: new opportunities for engineers and architects</b>

## **59 Chapter 02**

<b>61</b>	<b>A review of the state of the art of BIM</b>
<b>61</b>	<b>A common language</b>
<b>67</b>	<b>Where is BIM more common?</b>
<b>73</b>	Case study 1: The Scandinavian Countries (Norway, Denmark and Finland) The guidelines: an essential starting point for BIM
<b>77</b>	Case study 2: United States (USA) The National BIM Standards: an opportunity for everyone
<b>83</b>	Case study 3: Australia Case studies: issues and opportunities
<b>89</b>	Case study 4: United Kingdom (UK) From CAD to BIM: are common standards possible?
<b>93</b>	Case study 5: Singapore The use of IT for information exchange
<b>97</b>	Case study 6: Canada BIM Tools
<b>99</b>	<b>The real use of BIM over the world</b>

- 9** **Sommario**
- 15** **Prefazione**  
*Anna Osello*
- 19** **Introduzione**  
*Marco Gilli*

## **21** **Capitolo 01**

- 23** **Introduzione al Building Information Modelling e all'interoperabilità**
- 23** **Il mondo immaginario del futuro con il BIM e l'interoperabilità**
- 25** **Breve storia del BIM**
- 29** **BIM: definizioni e introduzione**
- 39** **Interoperabilità: definizione e potenzialità**
- 43** **BIM versus CAD**
- 49** **BIM: nuove opportunità per ingegneri ed architetti**

## **59** **Capitolo 02**

- 61** **Una lettura critica dello stato dell'arte del BIM**
- 61** **Un linguaggio comune**
- 67** **Dov'è più diffuso il BIM?**
- 73** **Caso studio 1: i Paesi Scandinavi (Norvegia, Danimarca e Finlandia)**  
Le linee guida: un punto di inizio essenziale per il BIM
- 77** **Caso studio 2: Stati Uniti (USA)**  
Gli standard nazionali per il BIM: una opportunità per tutti
- 83** **Caso studio 3: Australia**  
I casi studio: problemi e opportunità
- 89** **Caso studio 4: Regno Unito (UK)**  
Dal CAD al BIM: standard comuni sono possibili?
- 93** **Caso studio 5: Singapore**  
L'utilizzo dell'IT per lo scambio delle informazioni
- 97** **Caso studio 6: Canada**  
Strumenti BIM
- 99** **Il reale utilizzo del BIM nel mondo**

## 103 Chapter 03

### 105 Drawing in the BIM age

#### 105 The BIM methodology

#### 107 The BIM tools

#### 111 Working with BIM: 12 case studies

113 Case study 1. From CAD to BIM and the data communication in the architectural design phase

*Bernardino Chiaia, Kamila Mannanova, Anna Osello*

119 Case study 2. Parametric modelling for the 3D viewing of design choices

*Anna Osello, Victor Vidal Gomez*

123 Case study 3. CAD and/or BIM for detail design

*Gregorio Cangialosi, Massimiliano Lo Turco*

129 Case study 4. Construction detail in BIM: preliminary setup, issues found and possible solutions

*David Erba*

135 Case study 5. BIM for site in Oger International engineering firm: structural drawings production in the IFC (Issue For Construction) phase

*Mafalda Goveani*

141 Case study 6. Parametric modelling, time and costs: 4D and 5D for the project

*Anna Osello, Alessio Sigaudò*

145 Case study 7. Model complexity for Facility Management

*Daniele Dalmasso*

153 Case study 8. Data and abacus parametrization

*Francesca Maria Ugliotti*

159 Case study 9. Software interoperability in the structural field with exportation to IFC standard

*Enea Amato*

163 Case study 10. Software interoperability in the energy field according to the gbXML scheme

*David Erba*

171 Case study 11. Data integration: architecture, structure, systems

*Anna Osello, Antonio Di Paolo*

175 Case study 12. Setting up a database for critical data interpretation

*Cristina Boido, Matteo Del Giudice*

### 185 BIM for users

## 189 Chapter 04

### 191 Data standardization in an interdisciplinary research

#### 191 SEEMPubS: objectives and expected impacts

#### 195 The demonstrator: the Politecnico di Torino Campus

#### 201 Work organization based on the concept of interoperability

## 103 Capitolo 03

### 105 Il disegno nell'era del BIM

#### 105 La metodologia BIM

#### 107 Gli strumenti BIM

#### 111 Lavorare con il BIM: 12 casi studio

113 Caso studio 1. Dal CAD al BIM e la comunicazione dei dati in fase di progettazione architettonica  
*Bernardino Chiaia, Kamila Mannanova, Anna Osello*

119 Caso studio 2. La modellazione parametrica per la visualizzazione 3D delle scelte progettuali  
*Anna Osello, Victor Vidal Gomez*

123 Caso studio 3. CAD e/o BIM nella progettazione di dettaglio  
*Gregorio Cangialosi, Massimiliano Lo Turco*

129 Caso studio 4. La modellazione del dettaglio costruttivo in ambiente BIM: impostazioni preliminari, problematiche riscontrate e soluzioni possibili  
*David Erba*

135 Caso studio 5. Il BIM finalizzato al cantiere nella società di ingegneria Oger International: la produzione di tavole strutturali in fase esecutiva  
*Mafalda Goveani*

141 Caso studio 6. Modellazione parametrica, tempi e costi: 4D e 5D per il progetto  
*Anna Osello, Alessio Sigaudò*

145 Caso studio 7. La complessità del modello per il Facility Management  
*Daniele Dalmasso*

153 Caso studio 8. La parametrizzazione dei dati e degli abachi  
*Francesca Maria Ugliotti*

159 Caso studio 9. L'interoperabilità tra i software in ambito strutturale con esportazione secondo lo standard IFC  
*Enea Amato*

163 Caso studio 10. L'interoperabilità tra i software in ambito energetico con esportazione secondo lo schema gbXML  
*David Erba*

171 Caso studio 11. L'integrazione dei dati: architettura, struttura, impianti  
*Anna Osello, Antonio Di Paolo*

175 Caso studio 12. L'impostazione di un data base per l'interpretazione critica dei dati  
*Cristina Boido, Matteo Del Giudice*

#### 185 Il BIM per gli utenti

## 189 Capitolo 04

### 191 La standardizzazione dei dati in una ricerca interdisciplinare

#### 191 SEEMPubS: obiettivi e impatti attesi

#### 195 Il dimostratore: il campus del Politecnico di Torino

#### 201 L'organizzazione del lavoro basata sul concetto di interoperabilità

**203 The software infrastructure**

*Andrea Acquaviva, Enrico Macii, Edoardo Patti*

**207 The lighting control system**

*Chiara Aghemo, Laura Blaso, Giovanni Fracastoro, Anna Pellegrino*

**209 The building information model**

*Daniele Dalmaso, Anna Osello, Paolo Piumatti*

**215 Interoperability**

217 Interoperability in the field of lighting

*Laura Blaso, Daniele Dalmaso, Anna Pellegrino*

235 Interoperability in the thermal field

*Paolo Piumatti, Jerome Savoyat*

**243 The need for data standardization**

**249 Data usage: Web Portal, Augmented Reality and QR Code**

**304 Afterword**

*Dino Coppo*

**312 Notes**

**317 Bibliography and Sitography**

- 203 L'infrastruttura software**  
*Andrea Acquaviva, Enrico Macii, Edoardo Patti*
- 207** Il sistema di controllo dell'illuminazione  
*Chiara Aghemo, Laura Blaso, Giovanni Fracastoro, Anna Pellegrino*
- 209 Il building information model**  
*Daniele Dalmasso, Anna Osello, Paolo Piumatti*
- 215 L'interoperabilità**
- 217 L'interoperabilità in ambito illuminotecnico  
*Laura Blaso, Daniele Dalmasso, Anna Pellegrino*
- 235 L'interoperabilità in ambito termico  
*Paolo Piumatti, Jerome Savoyat*
- 243 La necessità di standardizzazione dei dati**
- 249 L'utilizzo dei dati: Web Portal, Augmented Reality e QR Code**

## **255 Capitolo 05**

- 256 Gli sviluppi futuri del BIM in Italia**
- 256 Il BIM: come sta cambiando l'industria delle costruzioni?**
- 257 Contributo del workshop**
- 257 Architectural design and digital tools: towards the age of the "building by knowledge"  
*Riccardo Balbo*
- 259 Contributi del seminario di studi**  
*Arto Kiviniemi, Alberto Pavan, Stefano della Torre, Nicolas Bruno Urbina, Vito Sirago, Erez Levin, Livio Mandrile, Franco Osenga, Massimo Guidarelli Mattioli, Claudio Trinciante, Roberto Vinci, Bruno Daniotti, Angelo Ciribini, Luca Gioppo, Giuseppe Ferro*
- 301 Il BIM: progetti per il futuro**
- 305 Postfazione**  
*Dino Coppo*
- 312 Note**
- 317 Bibliografia e sitografia**

## Foreword

This book collects the results of years of theoretical and applied research on the theme of Building Information Modelling (BIM) and on software interoperability as a natural evolution of a work methodology which sees Drawing as an essential communication language for architecture, engineering and the construction sector.

In 2005, while surfing the internet in search of examples to propose to my students in the Representation Techniques course, I came across by chance with the website of the International Alliance for Interoperability and I was captivated by the subjects that were presented there. For the first time I met with the acronym BIM and I obviously ignored that it would become so important for my life as a researcher and lecturer. One year later, after reading several scientific papers, I decided that I would have dedicated my work to this subject with determination.

Working on this book over the course of this past year has been a reward for me as well as my students, my collaborators and my colleagues, and they have indeed played an important role because of the demanding and at the same time stimulating experience that we have shared. It has been while working at this book that my collaborators and I have decided to found the POLitoBIM group, a research group under my coordination and with the participation of young Building Engineering graduates that have the opportunity within their doctorate or post-doctorate projects to further study the subject dealt with during their degree thesis work. This naturally reinforces the bond between teaching and research and provides for the availability of a significant number of persons that may tackle the same subject from different points of view. This is the reason why within this book the reader will find experiences of both students and researchers integrated with one another.

The book collects and summarizes information deriving from literature, but concentrates mainly on themes developed during these last few years thanks to research financed by national and international programs (such as for instance InnovANCE and SEEMPubS), to research projects financed by private organizations (such as for instance Nexity and BForms), as well as to collaborations carried out with the Building and Maintenance department and the Process Integration and Information Systems area at Politecnico di Torino.

A substantial part of the material is original and has been prepared specifically for this book. Some issues have already been the subject of workshops and conferences both nationally and internationally, and they are reported here correlated to other topics and often enriched with further detail. The book being dedicated to Drawing, the graphical part prevails. The text is in Italian and English because the book contains the results of international collaborations and because the number of international students attending our University is ever increasing. Since the subject is very wide and continuously developing, I have proposed to the publisher to include in the book some QR Codes for the use with smartphones or tablets to allow the reader to access updated information in relation to the evolution of the presented research. Once the proposal was accepted, I also decided to use the same technology for some images that would have a better legibility in colour compared to black and white. For those who do not use these tools, the same information is available on the internet at <http://www.polito.it/ao2>. In this way, the same technologies that we are testing with the ICT colleagues within the research on energy saving and facility management, become the tools for optimizing data communication within the book.

## Prefazione

Questo libro raccoglie i risultati di anni di ricerca teorica ed applicata sul tema del Building Information Modelling (BIM) e dell'interoperabilità tra i software come evoluzione naturale di una metodologia di lavoro che vede nel Disegno un linguaggio di comunicazione essenziale per l'architettura, l'ingegneria ed il settore delle costruzioni.

Nel 2005, navigando in rete alla ricerca di esempi da proporre ai miei studenti del corso di Tecniche della Rappresentazione capitat per caso sul sito dell'International Alliance for Interoperability, e fui affascinata dagli argomenti che venivano presentati. Per la prima volta incontrai l'acronimo BIM e ovviamente ignoravo che sarebbe diventato così importante per la mia vita di ricercatore e di docente. Un anno più tardi, dopo avere letto diversi articoli scientifici, decisi che si trattava di un argomento sul quale avrei dovuto applicarmi con determinazione.

Lavorare su questo libro nel corso di quest'ultimo anno è stata una ricompensa sia per me che per i miei studenti, i miei collaboratori ed i miei colleghi, e proprio loro hanno giocato un ruolo importante perché abbiamo avuto modo di condividere un'esperienza faticosa e stimolante al tempo stesso. Ed è proprio lavorando a questo libro che con i miei collaboratori abbiamo deciso di fondare il POLitoBIM group, ossia un gruppo di ricerca coordinato dalla sottoscritta e composto da giovani laureati in Ingegneria edile che con il dottorato di ricerca o con un assegno di ricerca hanno modo di approfondire il tema affrontato durante la tesi di laurea o di laurea magistrale. Questo naturalmente rafforza il legame tra ricerca e didattica e garantisce la disponibilità di un numero significativo di persone che possono affrontare lo stesso tema da punti di vista differenti. È questo il motivo per cui all'interno del libro si trovano testimonianze di studenti e di ricercatori integrate le une con le altre.

Il libro raccoglie e sintetizza dati derivanti dalla bibliografia, ma si concentra soprattutto su temi sviluppati nel corso di questi ultimi anni grazie a ricerche finanziate a livello nazionale ed internazionale (come ad esempio InnovANCE e SEEMPubS), a progetti di ricerca finanziati da società private (come ad esempio Nexity e BForms), e a collaborazioni svolte con il servizio Edilizia e Logistica e con l'area Integrazione Processi e Sistemi Informativi del Politecnico di Torino.

Una parte sostanziale del materiale è originale, ed è stato preparato appositamente per questo libro. Alcuni argomenti sono già stati oggetto di seminari e conferenze in ambito nazionale ed internazionale, e qui sono stati ripresi, correlati ad altri e spesso integrati con ulteriori dettagli. Trattandosi di un libro dedicato al Disegno, prevale la parte grafica. Il testo è in italiano ed in inglese perché il volume contiene dei risultati di collaborazioni internazionali e perché il numero degli studenti stranieri che frequentano la nostra università è sempre crescente. Poiché il tema è molto ampio e in rapida evoluzione, ho proposto all'editore di inserire nel libro dei QR Code leggibili con smartphone e tablet per consentire l'aggiornamento delle informazioni in relazione all'evoluzione delle ricerche presentate. Accettata la proposta, si è deciso di utilizzare la stessa tecnologia anche per alcune immagini che a colori possono avere una resa migliore rispetto al bianco e nero. Per chi non utilizza questi strumenti, le stesse informazioni sono disponibili sul sito <http://www.polito.it/ao2>. In questo modo, le stesse tecnologie che con i colleghi informatici stiamo sperimentando nell'ambito della ricerca per il risparmio energetico e per il facility management diventano gli strumenti per ottimizzare la comunicazione dei dati all'interno del libro.

The book is meant for at least four types of readers: a) lecturers interested in proposing new study issues; b) Engineering and Architecture students fond of digital technology; c) researchers, professionals and operators in many construction sectors willing to innovate their way of working; d) stakeholders that in this work methodology may find opportunities for process optimization. In writing this book, I have assumed that readers already have a certain familiarity with the basic concepts of BIM and software interoperability. The tests shown as case studies have necessarily required a selection of the used software tools to allow for a certain degree of in-depth examination; this does not rule out the quality of other commercially available tools.

Chapter 01 is dedicated to understanding the meaning of the required changes in the passage from CAD to BIM.

Chapter 02 proposes an overview of BIM system implementations in a significant selection of cutting-edge projects and countries in this sector, underlining their successes and drawbacks.

Chapter 03 provides some specifications concerning methodology, tools and data peculiar to BIM. Through the presentation of the 12 case studies of different authors, it is possible to verify how Drawing becomes almost a synonym of Virtual Model and how the database containing all information becomes the heart of data management and communication.

Chapter 04 draws our attention on the need for agreed standards for interchanging data from heterogeneous sources, where the concepts of interoperability and middleware are essential. The chapter contains the results (temporary) of an interdisciplinary research work involving experts in ICT, energy and drawing.

Finally, chapter 05 represents the proceedings of the study workshop organized at Politecnico di Torino to present InnovANCE, a research project with the goal of creating a national free-access BIM-based data bank. The hope is that the results of this project may lead to a significant turning point in the usage of BIM in Italy.

The book willingly does not include conclusions because it deals with a research theme on which a lot still remains to be done both in Italy and internationally.

With the publication of this book I hope that the community of BIM users in Italy will expand the same as it is happening in different parts of the world. The problems to be solved are still many especially on the issues of standards and interoperability, but the process is started and it is convenient to utilize it in the best of ways. I trust that in this book readers may find the necessary motivation for investing resources on BIM and interoperability on the basis of each one's own specificities.

Anna Osello  
May 19, 2012

Il libro è destinato ad almeno quattro tipi di lettori: a) ai docenti che vogliono proporre nuovi argomenti di studio; b) agli studenti delle facoltà di Ingegneria e di Architettura appassionati di tecnologia digitale; c) ai ricercatori, ai professionisti e agli operatori di molti settori dell'edilizia che vogliono innovare il proprio modo di lavorare; d) agli stakeholders che in questa metodologia di lavoro possono trovare delle opportunità di ottimizzazione dei processi.

Nello scrivere questo libro ho assunto che i lettori abbiano già una certa familiarità con i concetti basilari del BIM e dell'interoperabilità tra i software. I test portati come casi studio hanno richiesto necessariamente una selezione di software utilizzati per garantire un certo grado di approfondimento dei lavori; questo non esclude la qualità di altri software disponibili in commercio.

Il Capitolo 01 è dedicato alla comprensione del significato dei cambiamenti che sono necessari nel passaggio dal CAD al BIM.

Il Capitolo 02 propone una panoramica relativa alla implementazione dei sistemi BIM in una selezione significativa di progetti e di paesi all'avanguardia nel settore, sottolineandone successi e criticità.

Il Capitolo 03 fornisce delle specifiche riguardo alla metodologia, agli strumenti e ai dati peculiari del BIM. Attraverso la presentazione di 12 casi studio di autori diversi è possibile verificare come il Disegno diventa quasi sinonimo di Modello Virtuale e come il database contenente tutte le informazioni diviene il cuore della gestione e della comunicazione dei dati.

Il Capitolo 04 richiama l'attenzione sulla necessità di standard condivisi per lo scambio di dati derivanti da fonti eterogenee per cui i concetti di interoperabilità e di middleware sono essenziali.

Il capitolo contiene i risultati (provvisori) di un lavoro di ricerca interdisciplinare che vede coinvolti esperti di ICT, energetica e disegno.

Infine, il Capitolo 05 costituisce gli atti del seminario di studi organizzato presso il Politecnico di Torino per presentare InnovANCE, un progetto di ricerca il cui obiettivo è quello di creare una banca dati nazionale su base BIM di libero accesso. La speranza è che i risultati di questo progetto portino ad una svolta significativa l'utilizzo del BIM in Italia.

Il libro volutamente non contiene delle conclusioni perché tratta di un tema di ricerca sul quale ancora molto rimane da fare a livello nazionale ed internazionale.

Con la pubblicazione del libro spero che la comunità di utilizzatori del BIM in Italia si espanda proprio come sta accadendo in diverse parti del mondo. I problemi da risolvere sono ancora molti soprattutto sui temi degli standard e dell'interoperabilità, ma il processo è avviato e conviene utilizzarlo nel migliore dei modi. Confido che nel libro i lettori possano trovare degli stimoli necessari per investire delle risorse sul BIM e sulla interoperabilità in base alle proprie specificità.

## Introduction

From the contents of this book it appears clear that, by making possible an efficient and collaborative way of designing, Building Information Modelling (BIM) and software interoperability may provide a series of advantages to those operating in the architecture, engineering and construction markets. The search for a context based on the perfect sharing of digital data, where every professional within his or her specialty area is able to gather information, explore different options and refine the choices made, obviously requires dedication and consolidated skills. For a university professor like Anna Osello, all along accustomed to an interdisciplinary approach, at a national and international level, on the subject of Drawing meant as a communication language, it was inevitable that BIM would become a research theme followed with passion and dedication.

The research results presented in this book represent a clear account of years of work devoted to identifying the issues characterizing this investigation field, and help to understand how these could be solved, both from a technological and methodological point of view. The fact that many case studies refer to different Politecnico di Torino campuses makes me particularly happy because they allow me to realize how the research activity may interact with the real activity by sharing goals and methodologies, and how the results of this collaboration may be beneficial for both.

The subjects treated are certainly interesting from the point of view of research and for their important fallout on student education. For what concerns scientific research, they are related to the need for optimizing an extremely fragmented sector such as the construction industry, and they face the issue of the definition of new communication standards that will allow the smart use of new technologies. From the point of view of teaching on the other hand, they show how it is necessary to always maintain up to date the courses aimed to professionalizing our young students, who will be the professionals of the future.

Marco Gilli  
Rector of the Politecnico di Torino

## Introduzione

Dai contenuti di questo libro appare evidente che, rendendo possibile una progettazione efficiente e collaborativa, il Building Information Modelling (BIM) e l'interoperabilità tra i software possono garantire una serie di vantaggi a chi opera nei mercati dell'architettura, dell'ingegneria e delle costruzioni. La ricerca di un contesto basato su una perfetta condivisione digitale dei dati, in cui ogni professionista nell'ambito della propria area di specialità sia in grado di raccogliere informazioni, esplorare opzioni differenti e perfezionare le scelte compiute, richiede ovviamente impegno e competenze consolidate. Per una docente universitaria come Anna Osello, abituata da sempre a confrontarsi in maniera interdisciplinare, a livello nazionale ed internazionale, sul tema del Disegno inteso come linguaggio di comunicazione, era inevitabile che il BIM diventasse un tema di ricerca, cui applicarsi con passione e dedizione.

I risultati della ricerca che vengono presentati in questo libro costituiscono una chiara testimonianza di anni di lavoro dedicati ad individuare le problematiche che caratterizzano questo ambito di indagine, e aiutano a comprendere come queste potrebbero essere risolte, sia dal punto di vista tecnologico che metodologico. Il fatto che molti casi di studio si riferiscano alle diverse sedi del Politecnico di Torino mi rende particolarmente lieto perché mi consente di constatare come l'attività di ricerca possa interagire con l'attività reale condividendo obiettivi e metodologie, e come i risultati di questa collaborazione possano portare benefici ad entrambe.

Gli argomenti trattati sono di sicuro interesse dal punto di vista della ricerca e hanno importanti ricadute sulla formazione degli studenti. Per quanto riguarda la ricerca scientifica essi infatti si confrontano con la necessità di ottimizzare un settore estremamente frammentato come quello dell'industria delle costruzioni, e affrontano il tema relativo alla definizione di nuovi standard di comunicazione, che consentano un utilizzo intelligente di nuove tecnologie. Dal punto di vista didattico invece, essi dimostrano come sia necessario mantenere costantemente aggiornati gli insegnamenti che servono per professionalizzare i nostri giovani studenti, ovvero i professionisti del futuro.

01

# Introduzione al Building Information Modelling e all'interoperabilità

Introduction  
to Building Information Modelling  
and Interoperability

*Anna Osello*



Fig. 1 - on the left/a sinistra

*The Imaginary world in the future  
with BIM and interoperability.*

*Il mondo immaginario del futuro con  
il BIM e l'interoperabilità.*

## Introduction to Building Information Modelling and interoperability

This chapter provides an overview of a new approach to design, construction, and Facility Management (FM) called Building Information Modelling (BIM) and of a new opportunity to exchange data among diverse software applications thanks to interoperability.

Since BIM is much more than just a shift from paper-based design to electronic design, this chapter helps us to better understand the deep meaning of the changes that it brings about, beginning with a description of a BIM-based imaginary world and a brief history of the elements that characterized it until now. The chapter then describes in detail what BIM and interoperability are and the main differences between BIM and Computer Aided Design (CAD). Finally, the chapter concludes with a presentation of the most significant opportunities offered to engineers and architects by this new work methodology.

### The imaginary world in the future with BIM and interoperability

Here is how the American NBIMS Committee's National BIM Standard introduces BIM [1]:

Imagine for a moment all of the individual actors in all of the phases of a facility's lifecycle.

Imagine that all of the actors, working in familiar ways within their own specialty areas, are able to gather information, explore options, assemble, test, and perfect the elements of their work within a computer-based model before committing their work to be shared with or passed on to others, to be built, or to be operated. Imagine further that when it becomes necessary to share or pass a bundle of information to another organization, which may or may not be using the same tools, or to move it on to another phase of work, it is possible to safely and almost instantaneously (through a computer-to-computer communication) share or move just the right bundle of information without loss or error and without giving up appropriate control. In

## Introduzione al Building Information Modelling e all'interoperabilità

Questo capitolo fornisce una panoramica relativa ad un nuovo approccio alla progettazione, alla realizzazione e al Facility Management (FM) chiamato Building Information Modelling (BIM) e ad una nuova possibilità di scambio dei dati grazie all'interoperabilità tra i software.

Poiché il BIM è molto più di un passaggio dalla progettazione basata sulla carta a quella digitale, questo capitolo ci aiuta a comprendere meglio il significato dei cambiamenti che esso introduce iniziando con la descrizione di un mondo immaginario basato sul BIM e una breve storia degli elementi che lo hanno caratterizzato fino ad ora. Il capitolo prosegue con la descrizione dettagliata di che cosa sono il BIM e l'interoperabilità e quali sono le principali differenze tra il BIM e il Computer Aided Design (CAD). Infine, il capitolo conclude con una presentazione delle più significative opportunità offerte agli ingegneri ed agli architetti da questa nuova metodologia di lavoro.

### Il mondo immaginario del futuro con il BIM e l'interoperabilità

Così introduce il BIM il National BIM Standard dell'americano NBIMS Committee [1]:

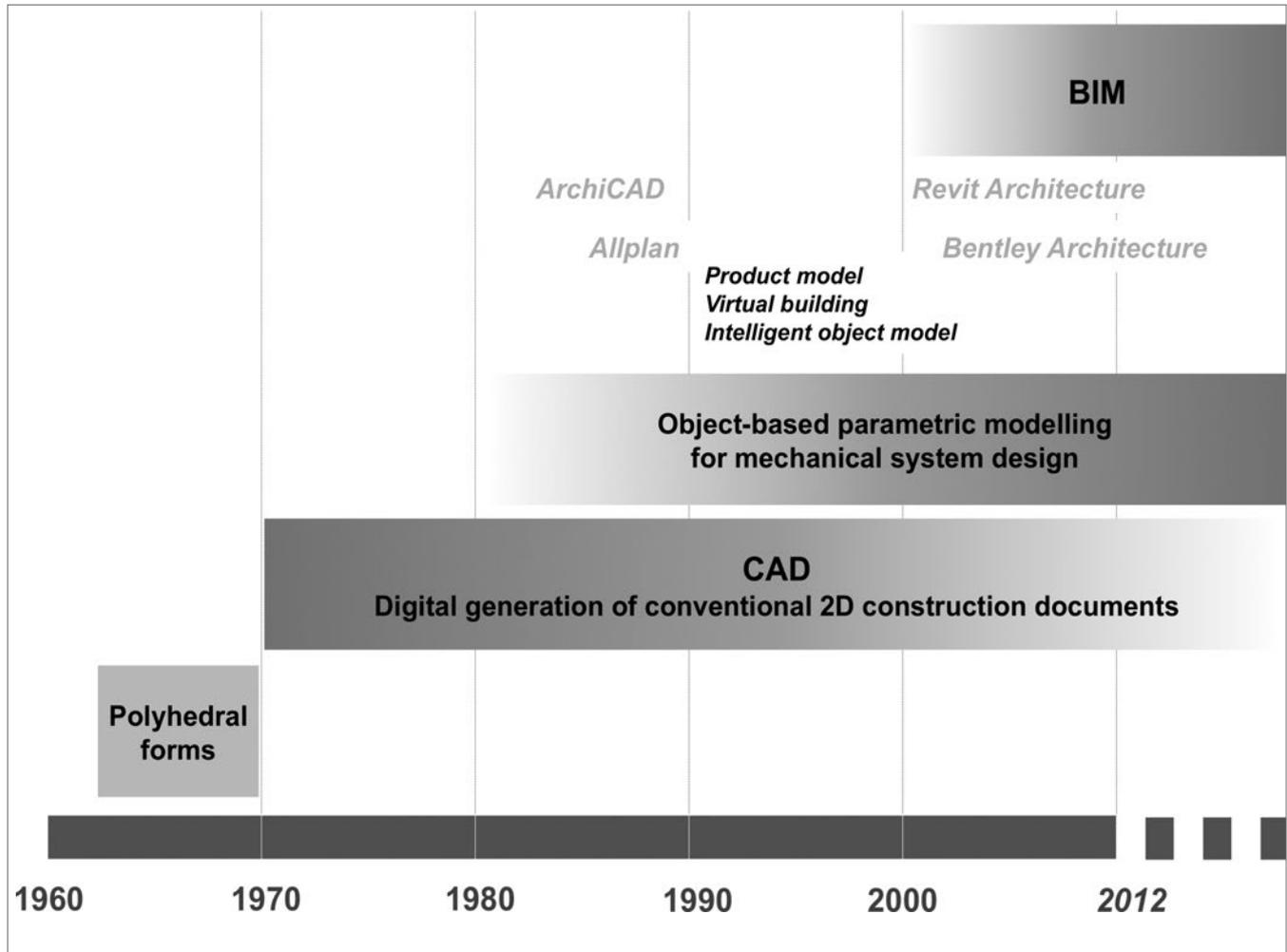
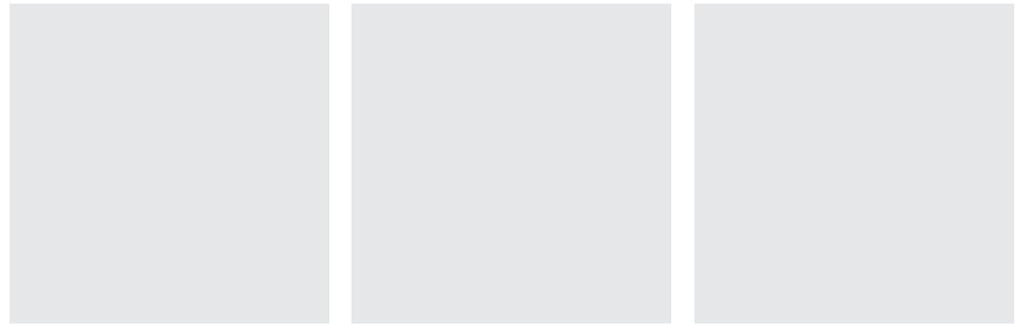
Imagine for a moment all of the individual actors in all of the phases of a facility's lifecycle.

Imagine that all of the actors, working in familiar ways within their own specialty areas, are able to gather information, explore options, assemble, test, and perfect the elements of their work within a computer-based model before committing their work to be shared with or passed on to others, to be built, or to be operated. Imagine further that when it becomes necessary to share or pass a bundle of information to another organization, which may or may not be using the same tools, or to move it on to another phase of work, it is possible to safely and almost instantaneously (through a computer-to-computer communication) share or move just the right bundle of information without loss or error and without giving up appropriate control. In

Fig. 2 - below/sotto

The history of BIM.

La storia del BIM.



this imaginary world the exchange is standardized across the entire industry such that each item is recognized and understood without the parties having to create their own set of standards for that project team or for their individual organizations. Finally, imagine that for the life of the facility every important aspect, regardless of how, when, or by whom it was created or revised, could be readily captured, stored, researched, and recalled as needed to support real property acquisition and management, occupancy, operations, remodeling, new construction, and analytics.

My main wish is that this book will become a useful element for the building of this imaginary world through the reasoned collection of concepts and accounts deriving from national and international experiences.

### **Brief history of BIM**

Since the beginning of history, architecture and construction have relied on drawing to represent the data needed for the design and construction of each artifact typology. Within a highly fragmented industrial sector such as the building industry, 2D and 3D architectural and engineering drawings have evolved over hundreds of years defining the basis of representation as presently codified for every participant to the construction process.

To assist the designer during the different design stages, many technological developments have occurred in computer science in the past 50 years, and the current period is characterized by the transition towards the use of highly structured 3D models that are dramatically changing the role of drawing in the construction industry.

BIM under different names such as **product model**, **virtual building** and **intelligent object model** has been in use only for the last twenty years, but it is impossible to understand its history without starting much earlier.

In the beginning, as is well described by Eastman et al. [2], the ability to represent a fixed set of polyhedral forms - shapes defined by a volume enclosing a set of surfaces - for viewing purposes was developed in the late 1960s. These early polyhedral forms could be used for composing an image but not for designing more complex shapes.

this imaginary world the exchange is standardized across the entire industry such that each item is recognized and understood without the parties having to create their own set of standards for that project team or for their individual organizations. Finally, imagine that for the life of the facility every important aspect, regardless of how, when, or by whom it was created or revised, could be readily captured, stored, researched, and recalled as needed to support real property acquisition and management, occupancy, operations, remodeling, new construction, and analytics.

Il mio desiderio principale è che questo libro diventi un tassello significativo per la costruzione di questo mondo immaginario attraverso la raccolta ragionata di concetti e di testimonianze derivanti da esperienze nazionali ed internazionali.

### **Breve storia del BIM**

Sin dall'inizio della storia, architettura ed edilizia hanno contato sul disegno per la rappresentazione dei dati necessari per il progetto e per la realizzazione di ogni tipologia di manufatto. All'interno di un settore industriale altamente frammentato come quello dell'edilizia, i disegni architettonici ed ingegneristici 2D e 3D si sono così evoluti per centinaia di anni definendo le basi della rappresentazione oggi codificate per ogni soggetto che partecipa al processo edilizio.

Per aiutare il progettista durante le diverse fasi della progettazione, molti sviluppi tecnologici si sono resi necessari nell'ambito della scienza digitale degli ultimi 50 anni, e il periodo attuale è caratterizzato dalla transizione verso l'utilizzo di modelli 3D altamente strutturati che stanno drasticamente cambiando il ruolo del disegno nel settore delle costruzioni.

Il BIM con diversi nomi come ad esempio **product model**, **virtual building** e **intelligent object model** è in uso solo negli ultimi venti anni, ma è impossibile comprenderne la sua storia senza andare indietro nel tempo.

All'inizio, come è ben descritto da Eastman ed al. [2], the ability to represent a fixed set of polyhedral forms - shapes defined by a volume enclosing a set of surfaces - for viewing purposes was developed in the late 1960s. These early polyhedral forms could be used for composing an image but not for designing more complex shapes.

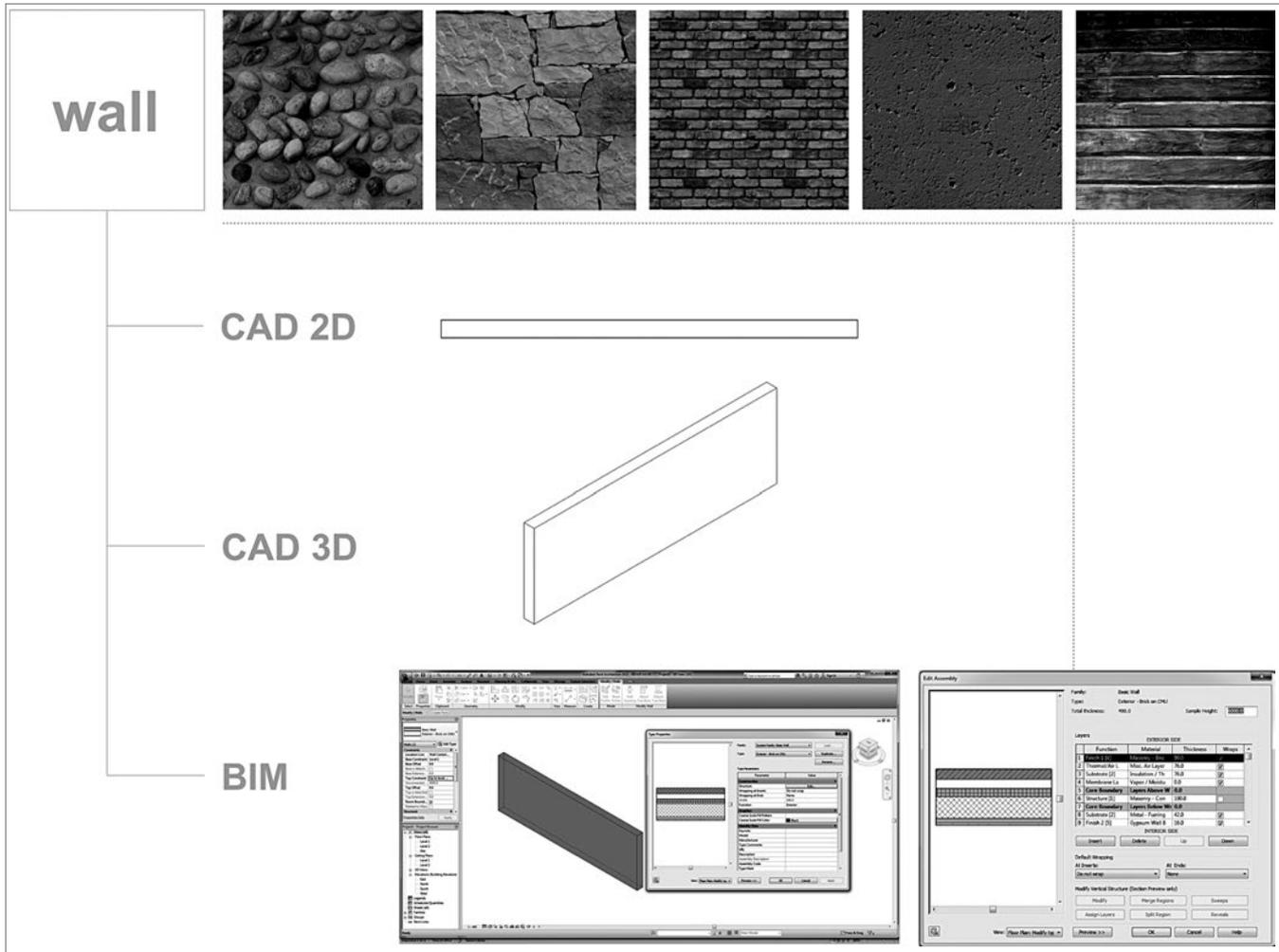


Fig. 3 - above/sopra

Conceptual scheme of the possible representation of a wall with CAD 2D, CAD 3D or a BIM model.

Schema concettuale di come può essere rappresentato un muro in CAD 2D, in CAD 3D o in un modello BIM.

Fig. 4 - two pages late/due pagine dopo

Conceptual scheme: from the past to the future - from drawing to BIM.

Schema concettuale: dal passato al futuro - dal disegno al BIM.



Since then huge progress has been made and among the milestones it's certainly worth to mention the easy creation and editing of 3D solid shapes - known as **solid modelling** – that was separately developed at Cambridge University, Stanford and the University of Rochester since 1973.

Another essential step in this brief history is the fact that between the late 1970s and the early 1980s, CAD systems increased their basic capabilities allowing for the creation of building models based on 3D solid modelling. Although some aspects of production were not well developed and systems were expensive, the manufacturing and aerospace industries immediately saw the potential benefits of CAD in terms of integrated analysis capabilities and error reduction, and decided to work with software companies to implement the systems. At the same time, most of the construction industry did not recognize these potentialities, but adopted architectural drawing editors, such as AutoCAD and Microstation, starting a digital generation of conventional 2D construction documents. Unfortunately, this kind of digital documents focused design attention only on the representation of the artifact being designed and not on the whole construction process.

Since the 1980s on the other hand, object-based parametric modelling capabilities were developed for mechanical system design and significant innovations were started in the design workflow: while in traditional 3D CAD each aspect of an element's geometry must be edited manually by users, shape and geometric properties in a parametric modeller are automatically adjusted to changes in context. This concept is at the origin of the current generation of BIM.

Understanding the concept of **parametric object** is the key to realizing what a building information model is and how it differs from traditional 2D and 3D design. A parametric object consists in a series of geometric definitions and their associated data and rules as described later in this chapter. In addition, these geometric definitions are integrated non-redundantly and do not allow for inconsistencies between the model and its associated data set. This means that any change made directly to the model will result in an equal change in the data set associated with the model and vice versa.

In this connection, many years before the acronym BIM - coined in early 2002 to describe together virtual design, construction, and FM - came into popular usage, in 1986 Graphisoft

Da allora sono stati fatti molti progressi e tra le tappe essenziali occorre certamente menzionare la semplice creazione e modifica di figure solide 3D – nota come **modellazione solida** – che è stata separatamente sviluppata all'Università di Cambridge, a Stanford e all'Università di Rochester a partire dal 1973.

Altro punto importante di questa breve analisi storica è il fatto che tra la fine del 1970 e l'inizio del 1980, i sistemi CAD aumentarono le loro abilità di base consentendo la creazione di modelli di edifici realizzati con la modellazione solida. Sebbene alcuni aspetti della produzione non fossero ben sviluppati ed i sistemi fossero costosi, le industrie manifatturiera ad aerospaziale videro immediatamente i potenziali benefici del CAD in termini di capacità di analisi integrata e di riduzione degli errori, e decisero di lavorare con le compagnie di software per implementare questi sistemi. Contemporaneamente, la maggior parte dell'industria delle costruzioni non riconobbe queste potenzialità ma adottò i software per il disegno architettonico (come ad esempio AutoCAD o Microstation) dando inizio ad una generazione digitale di documenti tradizionali 2D per l'edilizia. Sfortunatamente, questi tipi di documenti digitali focalizzarono l'attenzione progettuale solo sulla rappresentazione dei manufatti partendo dalla progettazione e non da tutto il processo edilizio.

Sin dalla fine del 1980 invece, la modellazione parametrica basata sugli oggetti è stata sviluppata per il progetto degli impianti meccanici e innovazioni significative sono state avviate nel processo di progettazione: mentre nel tradizionale CAD 3D ogni aspetto della geometria di un elemento deve essere editato manualmente dagli utenti, in un modellatore parametrico la forma e l'insieme delle componenti geometriche si corregge automaticamente in base ai cambiamenti del contesto. Questo concetto rappresenta l'origine dell'attuale generazione del BIM. Comprendere il concetto di **oggetto parametrico** è la chiave per capire che cos'è un building information model e come esso differisce dal tradizionale disegno 2D e 3D. Un oggetto parametrico consiste in una serie di definizioni geometriche alle quali sono associati dati e regole come descritto di seguito in questo capitolo. Inoltre, queste definizioni geometriche sono tra loro integrate in maniera non ridondante e non consentono incongruenze tra il modello e l'insieme dei dati ad esso associati. Questo significa che ad ogni cambiamento fatto direttamente nel modello corrisponde un uguale cambiamento nell'insieme dei dati ad esso associati e viceversa.

Construction process  
Pre-Design – Design - Bidding/Negotiation –  
Construction – Test – Operation  
*Retrofit or Demolition*

**tradition**

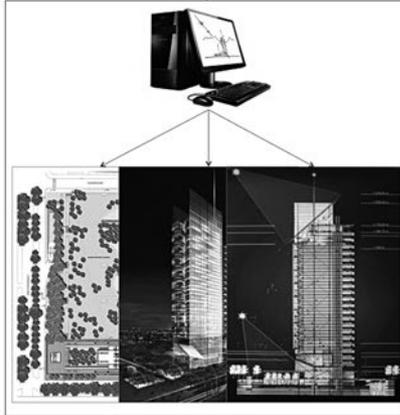


**DRAWING**

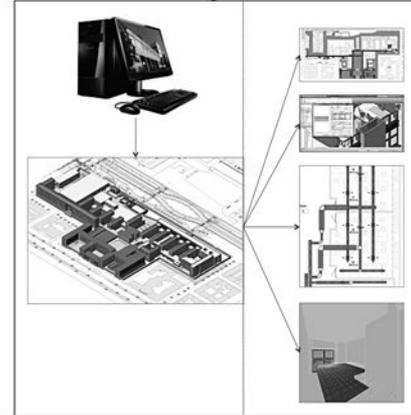
The information  
comes from  
separate documents

**innovation**

**interoperability**



**CAD**



**BIM**

The information  
comes from the  
database

Process review

introduced the first *Virtual Building Solution* known as ArchiCAD [3]. This revolutionary new software allowed architects to create a virtual, three dimensional representation of their design instead of the standard two dimensional drawing. This was important because architects and engineers were finally able to store large amounts of data sets *within* the building model: these data sets included the building geometry and spatial data as well as the properties and quantities of the components used in the design.

Incalculable progress has been made since then, and by April 2003 - when Jerry Laiserin organized an Autodesk and Bentley face-to-face debate on BIM [4] – the BIM buzzword became very popular.

In parallel with the evolving terminology and the Research & Development (R&D) results centred in academia, implementation of BIM-related commercial products has a long history as well, and many BIM modelling functions are nowadays available with software such as AllPlan, ArchiCAD, Autodesk Revit, Bentley Building, DigitalProject, GenerativeComponents or VectorWorks, just to mention a few.

Before ending, I would like to underline that this summary of the history of BIM is intentionally extremely condensed to underline its essential highlights; my apologies in advance to those contributions I may unintentionally have slighted.

### **BIM: definitions and introduction**

As described in the imaginary world, the future of the design and construction industry is going to be greatly influenced by the use of technology. BIM is expected to drive the construction industry towards a 3D Digital Model-based process and gradually move it away from a 2D Paper-based process.

Prior to introducing the fundamental properties of BIM, it is important to remark how today unfortunately the acronym

A questo proposito, molti anni prima che l'acronimo BIM – coniato all'inizio del 2002 per descrivere insieme progettazione virtuale, edificazione e FM – entrasse nell'uso popolare, nel 1986 Graphisoft introdusse il primo *Virtual Building Solution* conosciuto come ArchiCAD [3]. Questo nuovo e rivoluzionario software consentiva agli architetti di creare una rappresentazione virtuale tridimensionale del proprio progetto invece del tradizionale disegno bidimensionale. Questo era importante perché architetti e ingegneri erano finalmente in grado di immagazzinare una grande quantità di dati *all'interno* del modello dell'edificio: queste impostazioni di dati includevano sia la geometria e i dati spaziali dell'edificio che le proprietà e le quantità degli elementi utilizzati nel progetto.

Da allora sono stati fatti incalcolabili progressi e a partire dal mese di aprile del 2003 – quando Jerry Laiserin organizzò un dibattito face-to-face sul BIM tra Autodesk e Bentley [4] – l'espressione BIM è diventata molto popolare.

Parallelamente all'evoluzione della nomenclatura e dei risultati della ricerca e sviluppo (R&D) in ambito universitario, anche l'implementazione dei prodotti commerciali con approccio BIM ha una lunga storia, e molte funzioni di modellazione BIM sono oggi possibili con software come AllPlan, ArchiCAD, Autodesk Revit, Bentley Building, DigitalProject, GenerativeComponents o VectorWorks, per citare i più conosciuti.

Prima di terminare, vorrei sottolineare che questo riassunto relativo alla storia del BIM è intenzionalmente molto condensato per sottolinearne solo gli elementi essenziali; le mie scuse in anticipo per quei contributi che involontariamente potrebbero essere stati dimenticati.

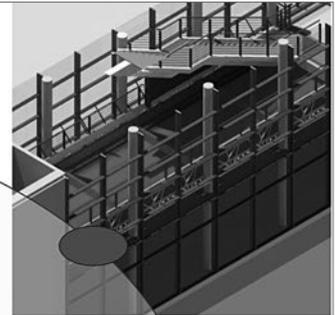
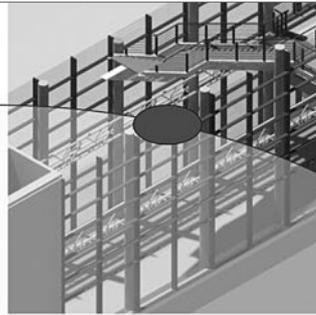
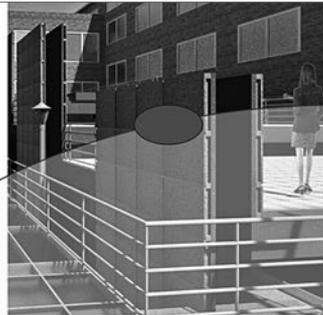
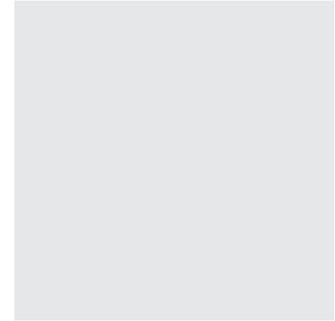
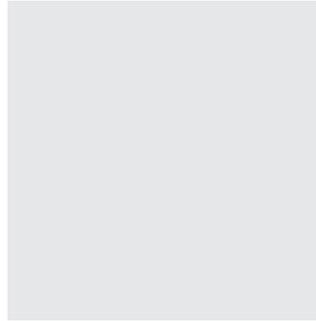
### **BIM: definizioni e introduzione**

Come descritto nel mondo immaginario, il futuro della progettazione e dell'industria delle costruzioni sta per essere fortemente influenzato dall'utilizzo della tecnologia. Grazie al BIM sarà possibile condurre tale industria nella direzione di un processo basato sul modello digitale 3D, allontanandola gradualmente da un processo tipicamente basato sul disegno 2D cartaceo.

Fig. 5 - below/sotto

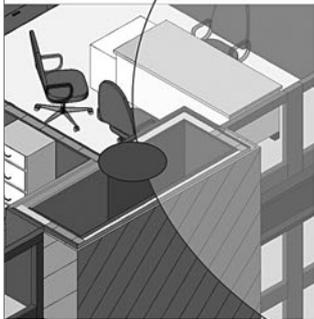
BIM as Building Information Modelling.

Il BIM inteso come Building Information Modelling.



Architecture

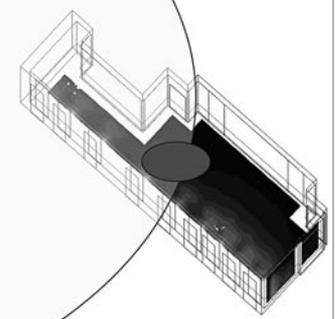
Project Management



Detailing

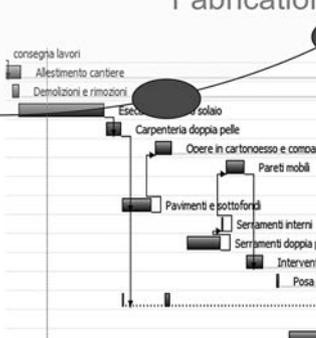
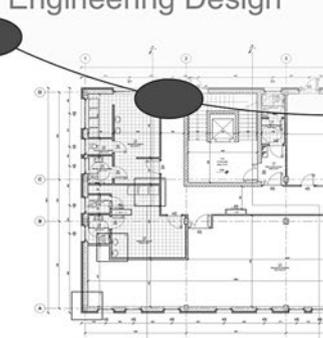
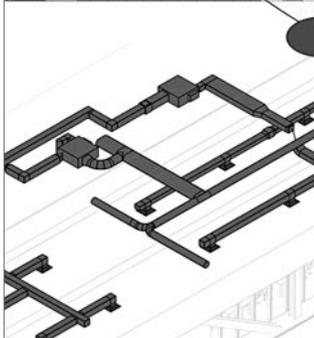
# BIM

Facility Management



Engineering Design

Fabrication



acquires different meanings in different environments of the construction process, and it is essential to provide a clarification in order to avoid confusion. This ambiguity is found in the several definitions of BIM currently available in international literature, a selection of which is summarized below.

#### 1. BIM as Building Information Modelling/Modeling.

- Building Information Modeling (BIM) is one of the most promising developments in the architecture, engineering and construction (AEC) industries. With BIM technology, an accurate virtual model of a building is constructed digitally. When completed, the computer-generated model contains precise geometry and relevant data needed to support the construction, fabrication, and procurement activities needed to realize the building [5].
- Building Information Modelling [...] is a method that is based on a building model containing any information about the construction. In addition to the contents of the 3D object-based models, this is information such as specifications, building elements specifications, economy and programmes [6].
- Building Information Modeling (BIM) has become a valuable tool in some sectors of the capital facilities industry. However in current usage, BIM technologies tend to be applied within vertically integrated business functions rather than horizontally across an entire facility lifecycle. Although the term BIM is routinely used within the context of vertically integrated applications, the NBIMS Committee has chosen to continue using this familiar term while evolving the definition and usage to represent horizontally integrated building information that is gathered and applied throughout the entire facility lifecycle, preserved and interchanged efficiently using open and interoperable technology for business, functional and physical modeling, and process support and operations [7].
- [...] a model needs only two essential characteristics to be described as a BIM model. The first is that it must be a three-dimensional representation of a building (or other facility) based on objects, and second, it must include some information in the model or the properties about the objects beyond the graphical representation [8].

Prima di introdurre le proprietà fondamentali del BIM è importante segnalare che sfortunatamente oggi l'acronimo assume significati differenti in diversi ambienti del processo edilizio, e poiché questo può creare confusione, è essenziale fornire un chiarimento. A testimonianza di questa ambiguità nella letteratura internazionale si trovano diverse definizioni di BIM. Ne riporto una selezione.

#### 1. BIM come Building Information Modelling/Modeling

- Building Information Modeling (BIM) is one of the most promising developments in the architecture, engineering and construction (AEC) industries. With BIM technology, an accurate virtual model of a building is constructed digitally. When completed, the computer-generated model contains precise geometry and relevant data needed to support the construction, fabrication, and procurement activities needed to realize the building [5].
- Building Information Modelling [...] is a method that is based on a building model containing any information about the construction. In addition to the contents of the 3D object-based models, this is information such as specifications, building elements specifications, economy and programmes [6].
- Building Information Modeling (BIM) has become a valuable tool in some sectors of the capital facilities industry. However in current usage, BIM technologies tend to be applied within vertically integrated business functions rather than horizontally across an entire facility lifecycle. Although the term BIM is routinely used within the context of vertically integrated applications, the NBIMS Committee has chosen to continue using this familiar term while evolving the definition and usage to represent horizontally integrated building information that is gathered and applied throughout the entire facility lifecycle, preserved and interchanged efficiently using open and interoperable technology for business, functional and physical modeling, and process support and operations [7].
- [...] a model needs only two essential characteristics to be described as a BIM model. The first is that it must be a three-dimensional representation of a building (or other facility) based on objects, and second, it must include some information in the model or the properties about the objects beyond the graphical representation [8].



*Fig. 6 - above/sopra*

*In this book, the acronym BIM is used to describe a group activity.*

*In questo libro l'acronimo BIM è utilizzato per descrivere un'attività di gruppo.*

*<http://es.paperblog.com/planeamiento-estrategico-en-la-pyme-326998/>*

## 2. BIM as Building Information Model.

- A Building Information Model (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its lifecycle from inception onward. A basic premise of BIM is collaboration by different stakeholders at different phases of the life cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder. The BIM is a shared digital representation founded on open standards for interoperability [9].
- The Building Information Model is a data-rich, object-oriented, intelligent and parametric digital representation of the facility, from which views and data appropriate to various users' needs can be extracted and analysed to generate information that can be used to make decisions and improve the process of delivering the facility [10].
- A Building Information Model is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such, it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life cycle from inception onward [11].

## 3. BIM as Beyond Information Models.

- BIM is not a software application. BIM is an information-based system that builds long-term value and advances innovation. It improves how projects get designed and built. It builds economic value in many areas. It improves the environment and people's lives. BIM is an evolutionary change in how people relate to the built environment. The speed of this change creates many opportunities for ambiguity. [...] we define BIM as Beyond Information Models to align with the universal nature of the concept [12].

In this book, the acronym BIM is used to describe an activity (Building Information Modelling) rather than an object (building information model).

As an activity, BIM is composed by the set of processes applied to create, manage, derive and communicate information among stakeholders at various levels, using models created by all participants to the building process, at different times and

## 2. BIM come Building Information Model.

- A Building Information Model (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its lifecycle from inception onward. A basic premise of BIM is collaboration by different stakeholders at different phases of the life cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder. The BIM is a shared digital representation founded on open standards for interoperability [9].
- The Building Information Model is a data-rich, object-oriented, intelligent and parametric digital representation of the facility, from which views and data appropriate to various users' needs can be extracted and analysed to generate information that can be used to make decisions and improve the process of delivering the facility [10].
- A Building Information Model is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such, it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life cycle from inception onward [11].

## 3. BIM come Beyond Information Models.

- BIM is not a software application. BIM is an information-based system that builds long-term value and advances innovation. It improves how projects get designed and built. It builds economic value in many areas. It improves the environment and people's lives. BIM is an evolutionary change in how people relate to the built environment. The speed of this change creates many opportunities for ambiguity. [...] we define BIM as Beyond Information Models to align with the universal nature of the concept [12].

In questo libro, l'acronimo BIM è utilizzato per descrivere una attività (Building Information Modelling) piuttosto che un oggetto (building information model).

Come attività, il BIM è dunque costituito dall'insieme dei processi applicati per realizzare, gestire, ricavare e comunicare informazioni tra soggetti a livelli differenti, utilizzando dei modelli creati da tutti i partecipanti al processo edilizio, in tempi diversi



*Fig. 7 - on the left/a sinistra*

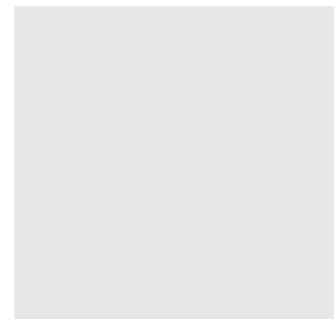
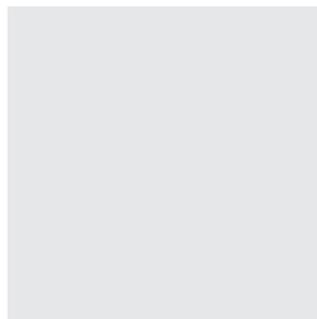
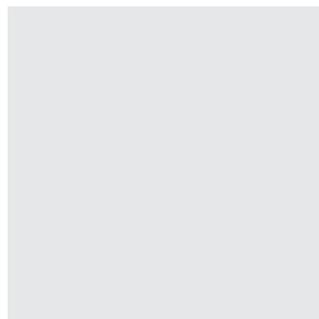
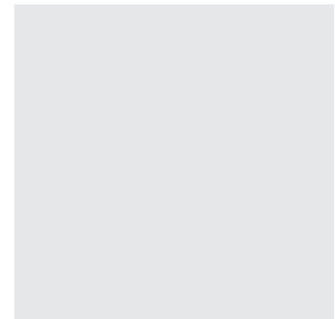
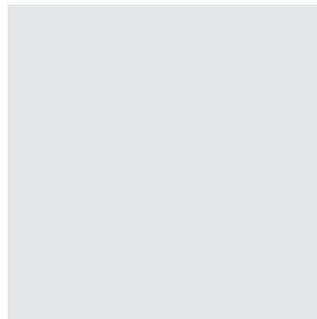
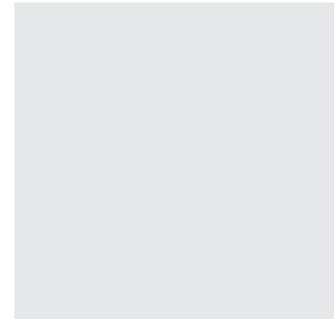
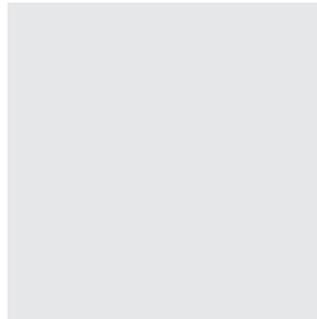
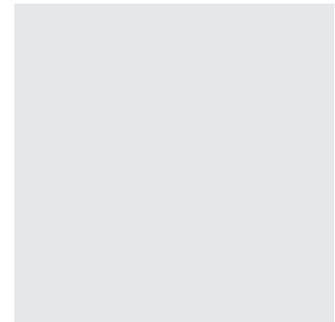
*BIM execution planning.*

*Programma di esecuzione del BIM.*

*Fig. 8 - two pages late/due pagine dopo*

*Geometric information is only a part of the total information of a building.*

*L'informazione geometrica è solo una parte delle informazioni complessive di un edificio.*



for different purposes, to ensure quality and efficiency throughout the entire building lifecycle.

Instead, the building information model is an unambiguously defined digital representation of the physical and functional characteristics of a facility. This representation is composed of digital objects corresponding to real world components such as doors, walls, and windows with associated relationships, attributes and properties. This is possible because machines exchange data sets with more intelligence than simple lines, arcs and circles and this is changing the data communication: with CAD 2D, two parallel lines and a cross hatch mean a wall only if a human understands the drafting rules and conventions; whereas, with BIM, a wall is a wall.

Obviously, for BIM new rules and conventions must be defined and standardized.

It is clear that BIM product, process, and collaborative environment require the construction industry to come together and agree on definitions and rules for commonly used terms and calculations, such as product data classifications, object element definitions, space and dimensions as detailed in the last chapter where the InnovANCE research project is described.

Currently, BIM is used mostly during the design phase of a building project. However, its use during the construction and operation phases is increasing and this increase is specifically one of the goals of extended research such as is described in this book. Growth in this field is due to the interesting perspective offered by BIM methodologies to enable all types of building information to be stored digitally for rapid application by all the different stakeholders in the construction industry, in support of their specific professional activities. From this point of view, BIM does not only represent an opportunity to partially transform the documentation from drawings into models, but also to revise the entire investment, design, construction and facility management process. In fact BIM is not just a 3D model but an extended methodology placing the focus on process improvement, design optimization, reuse of critical facility data and efficient team collaboration. The BIM methodology allows for jointly treating the information needed by the owner, construction agents, and ultimately, the facility manager, besides data directly concerning the geometry of the building.

ed anche per scopi non uguali tra loro, per garantire qualità ed efficienza attraverso l'intero ciclo di vita di un manufatto.

Invece, il building information model è una inequivocabile rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un manufatto. Tale rappresentazione è costituita da oggetti digitali corrispondenti alle componenti del mondo reale come muri, porte e finestre con associate relazioni, attributi e proprietà. Questo è possibile perché il computer consente lo scambio di insiemi di dati con maggiore intelligenza rispetto a semplici linee, archi o cerchi. Ovviamente questa opportunità sta cambiando la comunicazione dei dati stessi: con il CAD 2D, due linee parallele e un retino al loro interno significano un muro solo se una persona conosce le regole e le convenzioni del disegno; invece, con il BIM, un muro è un muro.

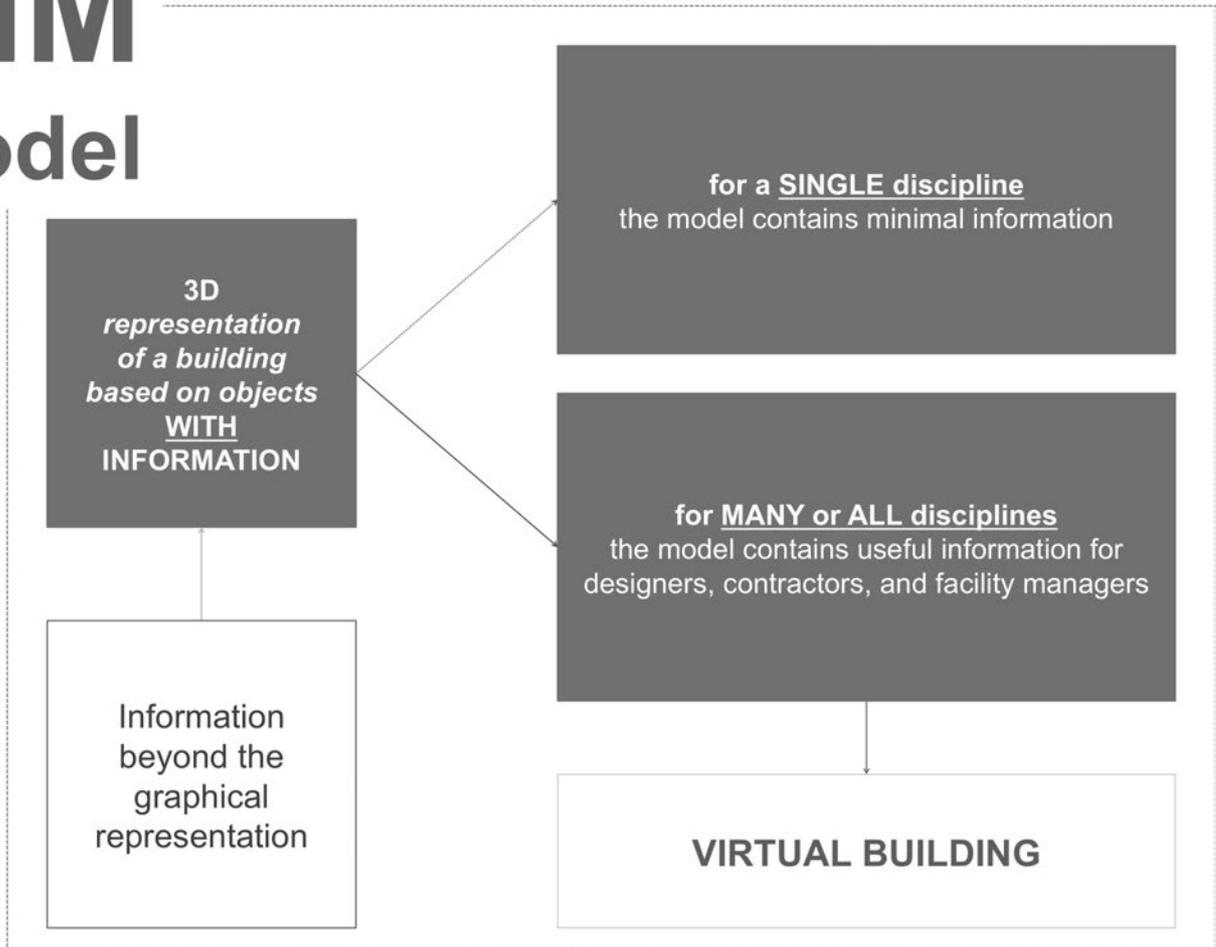
Ovviamente, per il BIM nuove regole e convenzioni devono essere definite e standardizzate.

È chiaro che il prodotto, il processo e l'ambiente condiviso del BIM richiedono che l'industria delle costruzioni si muova insieme per accordarsi su definizioni e regole per i termini e i calcoli comunemente utilizzati, come ad esempio classificazione dei dati di un prodotto, definizione degli oggetti elementari, spazio e dimensioni, come spiegato nell'ultimo capitolo, quando si descrive il progetto di ricerca InnovANCE.

Attualmente, il BIM è utilizzato soprattutto durante la fase di progettazione degli edifici. Il suo impiego durante le fasi di realizzazione e di gestione è comunque in crescita, e proprio questa crescita è uno degli scopi essenziali di anni di ricerca come quelli descritti in questo libro. Questa espansione dipende dall'interessante prospettiva che il lavoro con una metodologia BIM può fare in modo che tutti i tipi di informazione relativi ad un edificio siano digitalmente memorizzabili per una rapida applicazione tra tutti gli attori del processo edilizio, in supporto alle loro specifiche attività professionali. In questo modo il BIM non rappresenta solo un parziale cambiamento di documentazione dai disegni ai modelli, ma rappresenta soprattutto una occasione per una revisione dell'intero processo di investimento, di progettazione, di realizzazione e di gestione di un manufatto. Il BIM infatti non è semplicemente un modello 3D, ma una estesa metodologia per migliorare il processo, ottimizzare il progetto, riutilizzare i dati critici del manufatto e rendere più efficiente la collaborazione del gruppo di lavoro. La metodologia BIM consente di trattare

**3D representation  
of a building  
WITHOUT  
INFORMATION**

# BIM model



The need for improvement stems from the opportunity for the international construction industry to increasingly relate with the great challenges offered by Information and Communication Technology (ICT) in the construction process.

This is not just a matter of introducing new Information Technology (IT) systems: on the contrary, it is as much to do with new working methods and allocation of roles and about creating better integration between the parties and new ways of organizing, new working practices and thereby new business practices for the companies.

The first challenge required is to get everyone to think in terms of *life cycle*. This means that an engineer's or an architect's responsibilities on the project do not end when their tasks are complete. Instead, during the design phases they need to understand how their part will be used by other professionals and how it will mature and be modified throughout the facility life cycle.

This means that the modelling of any project solution is not a goal in itself; instead, with the help of three-dimensional assessment of design solutions, it aims at improving quality and information exchange between the parties, reducing the number of design errors, increasing the efficiency of the design process and ensuring that the end result conforms to the objectives.

The second challenge is to introduce a building information model as a basis for design and data exchange, and this model must feature two essential characteristics as described below. First of all, the model must be a three-dimensional representation of a building (or other facility) based on objects, and above all, it must include properties about the objects beyond the graphical representation. Three-dimensional models without information, that is based on geometric objects representing the building (like parallelepipeds, cylinders, etc.) may still be useful, but they do not qualify as BIM.

Moreover, in a simple form, a building information model can be prepared for a single discipline and contain minimal information, but the model can also provide for the integration of the contribution from many or all of the disciplines involved and be rich with useful information for contractors, sub-contractors and facility managers as well as design consultants. In this second form, the model approaches

congiuntamente le informazioni necessarie al proprietario, agli operatori edili e al facility manager, oltre a quelle che riguardano direttamente la sola geometria dell'edificio.

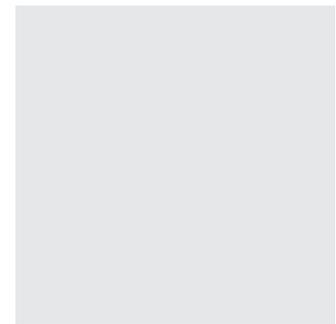
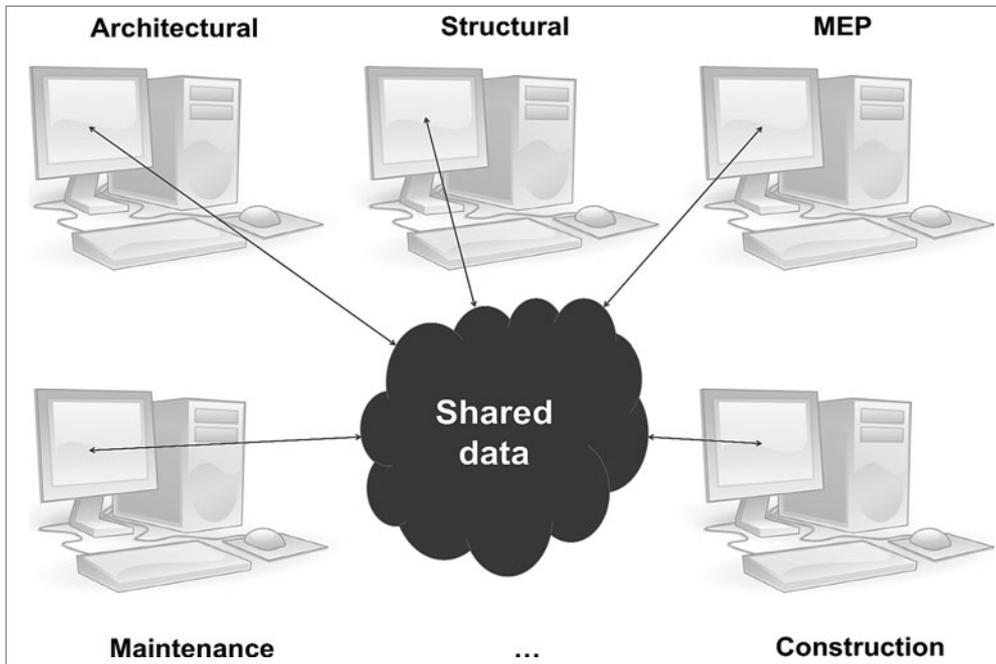
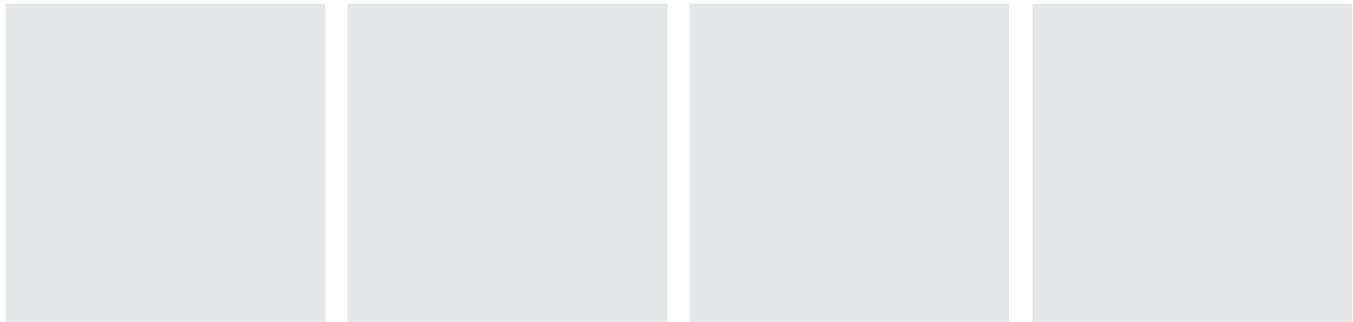
Questa necessità di miglioramento deriva dall'opportunità, per l'industria delle costruzioni a livello internazionale, di relazionarsi sempre più spesso con i grandi cambiamenti legati all'Information and Communication Technology (ICT). Ciò non riguarda solo l'introduzione di nuovi sistemi di Information Technology (IT), ma piuttosto la definizione di nuove metodologie di lavoro e una diversa assegnazione dei ruoli agli attori del processo edilizio, per una migliore integrazione tra le parti e la messa a punto di soluzioni innovative relative all'organizzazione e ad abitudini di lavoro da tempo consolidate, così come a nuove pratiche di business per le aziende.

La prima sfida richiesta è portare tutti a pensare in termini di *ciclo di vita*. Questo significa per esempio che la responsabilità di un ingegnere o di un architetto in un progetto non finisce con il termine del loro incarico; anzi, durante le fasi della progettazione essi devono avere ben chiaro come la propria parte verrà utilizzata da altri professionisti o come essa maturerà e potrà essere modificata in futuro durante il ciclo di vita dell'edificio. Questo significa che la modellazione di ogni soluzione progettuale non è fine a se stessa. Infatti, con l'aiuto della verifica tridimensionale di ogni elemento del progetto, essa mira a migliorare la qualità e lo scambio dei dati tra le parti, riducendo il numero degli errori, aumentando l'efficienza del processo progettuale e assicurando che il risultato finale sia conforme agli obiettivi.

La seconda sfida è di adottare un building information model come base per la progettazione e per lo scambio dei dati, e questo modello deve essere caratterizzato da due elementi essenziali come descritto di seguito.

Innanzitutto, il modello deve essere la rappresentazione tridimensionale di un edificio (o di un altro manufatto) basata su oggetti e, più di ogni altra cosa, esso deve contenere le proprietà degli oggetti oltre alla loro rappresentazione grafica. Modelli tridimensionali privi di informazioni, ossia basati su rappresentazioni geometriche degli elementi dell'edificio come parallelepipedi, cilindri, etc., possono essere utili, ma non si qualificano come BIM.

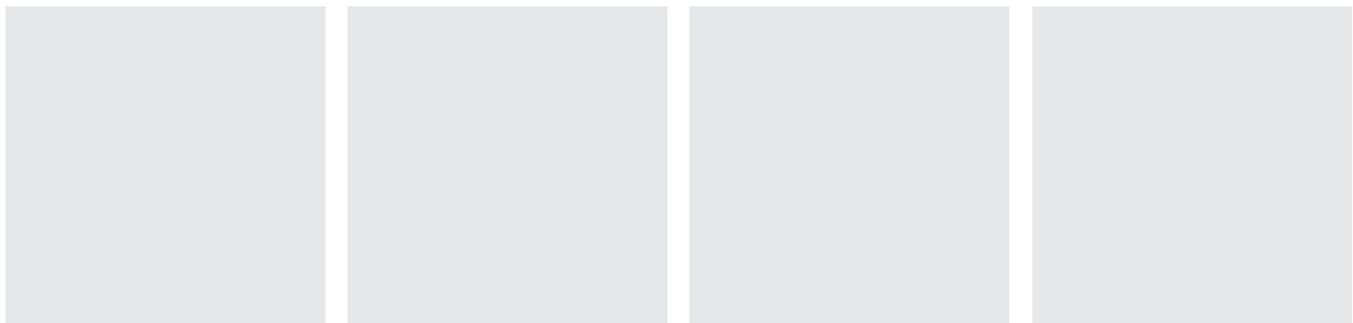
Inoltre, in una forma semplificata, un building information model può essere predisposto per una disciplina singola e contenere



*Fig. 9 - on the left/a sinistra*

*BIM requires sharing data.*

*Il BIM necessita della condivisione dei dati.*



or achieves the status of **virtual building** where issues can be explored and resolved digitally before the building is created physically on site.

From what just described it is clear that BIM tools are quite complex and have much greater functionality than CAD tools and the degree of difficulty in migrating from the first to the second of these models is significant, and the journey needs to be approached with caution and patience as explained in the chapter on design in the digital era. On the other hand it is certain that the ability to extract geometric and property information from a building model for use in design, analysis, construction planning, and fabrication, or in operations, will have large impacts on all aspects of the AEC industries.

### **Interoperability: definition and potentiality**

Because architecture, engineering and construction are collaborative activities and no single computer application can support all of the tasks associated with the construction industry, they need tools that support data exchange from profession to profession and from application to application. Several definitions of interoperability are currently available in international literature and two of them are proposed here:

- Interoperability identifies the need to pass data between applications, and for multiple applications to jointly contribute to the work at hand [13].
- Software interoperability is seamless data exchange at the software level among diverse applications, each of which may have its own internal data structure. Interoperability is achieved by mapping parts of each participating application's internal data structure to a universal data model and vice versa [14].

informazioni essenziali, mentre, in una forma più complessa, può anche consentire l'integrazione di contributi derivanti da molte o da tutte le discipline coinvolte, ed essere ricco di informazioni utili all'appaltatore, ai subappaltatori e ai facility managers, oltre che ai progettisti. In questa seconda forma, il modello si avvicina o raggiunge la condizione di edificio virtuale in cui i problemi possono essere esplorati e risolti digitalmente prima che l'edificio sia fisicamente realizzato in cantiere.

Da quanto appena descritto si evince chiaramente che gli strumenti utilizzati in una metodologia BIM sono assai complessi ed hanno molte più funzionalità dei comuni strumenti CAD, pertanto il grado di difficoltà di migrazione tra il primo e il secondo modello è significativo, e tale migrazione deve essere approcciata con precauzione e pazienza come spiegato nel capitolo relativo al disegno nell'era digitale. È indubbio però che la possibilità di estrarre informazioni relative alla geometria e alle proprietà dal modello di un edificio per l'utilizzo durante la progettazione, l'analisi, la pianificazione e la realizzazione della costruzione, o durante la gestione, avrà un grande impatto su tutti gli aspetti dell'industria AEC.

### **Interoperabilità: definizione e potenzialità**

Poiché architettura, ingegneria e costruzioni sono attività collaborative e non esiste un'applicazione software in grado di gestire tutti i lavori associati ad esse, si rendono necessari strumenti che consentano lo scambio dei dati tra professionista e professionista e tra applicazione ed applicazione.

In letteratura internazionale si trovano diverse definizioni di interoperabilità e qui ne vengono proposte due:

- Interoperability identifies the need to pass data between applications, and for multiple applications to jointly contribute to the work at hand [13].
- Software interoperability is seamless data exchange at the software level among diverse applications, each of which may have its own internal data structure. Interoperability is achieved by mapping parts of each participating application's internal data structure to a universal data model and vice versa [14].

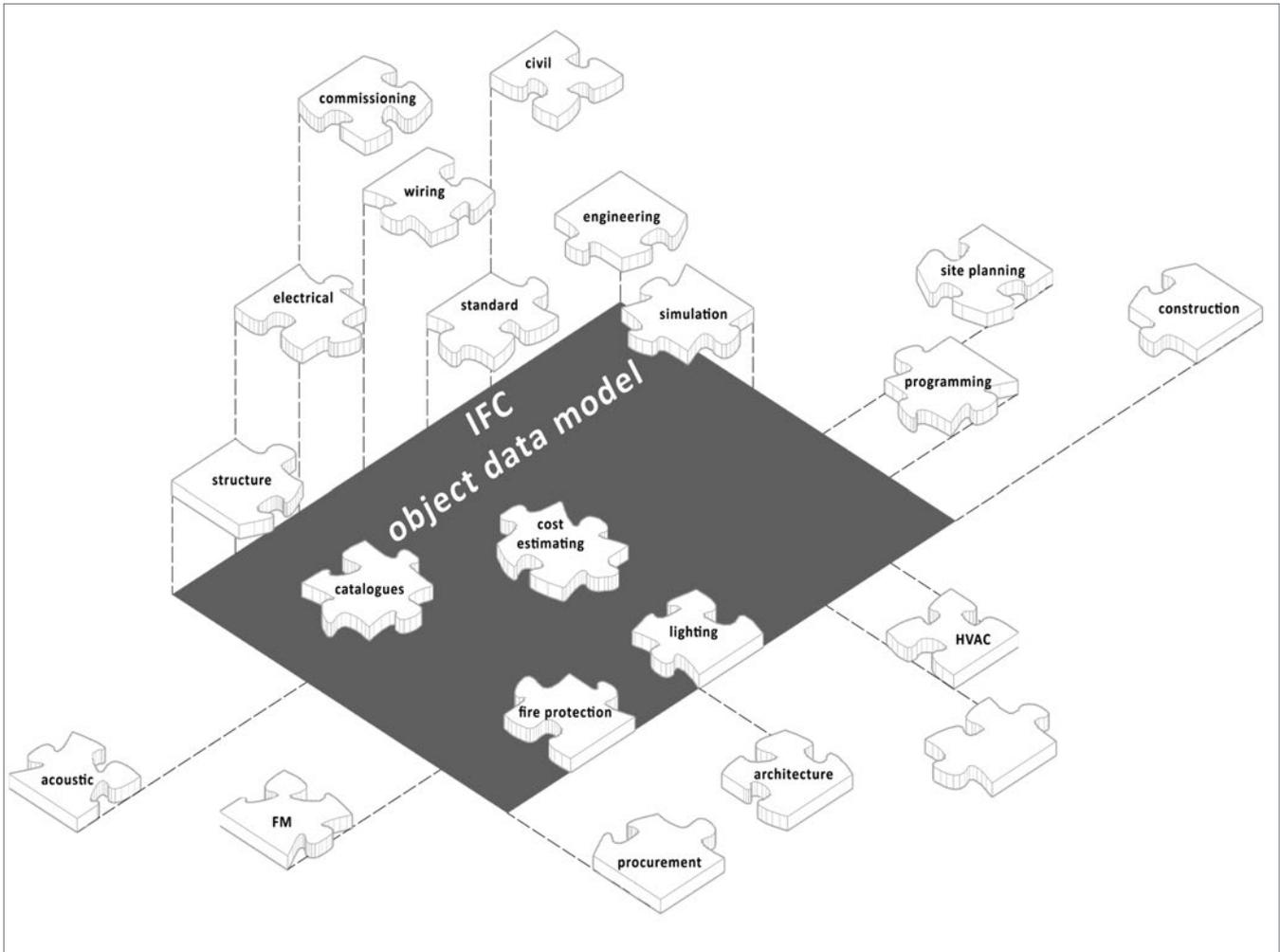


Fig. 10 - above/sopra

Software interoperability requires an open data model and an interface for each participating application.

L'interoperabilità tra i software richiede un modello aperto per i dati degli edifici e un'interfaccia ogni applicazione utilizzata.



Fig. 11 - two pages late/due pagine dopo

The Object-Oriented of CAD essential elements.  
Model realized by Luca Barale and Enrico Rolando.

Gli elementi essenziali del CAD Object-oriented.  
Modello realizzato da Luca Barale e Enrico Rolando.

Thus interoperability is the essential requirement to allow for a larger number of projects to be developed with an effective BIM methodology instead of a simplified object-based model used basically during the design phase. Automatically exchanging models and other data between different software platforms remains one of the industry's biggest challenges on the way to a fully integrated and collaborative project team.

Detailed technical standards are required to unambiguously define the requirements of specific information exchanges as users of the exchange standards will do so with various types of software. Thus, interoperable software applications will need to embed the requirements of all the necessary standards, hiding their complexity from the user and allowing for the automatic implementation by the system.

Traditional approaches to sharing project information via file exchange using formats such as .dxf, .dwf, .dwg and .pdf do not transfer the appropriate levels of object intelligence from one model to another. New approaches which strive to address the need to exchange more intelligent project data include necessarily new formats. At present, data exchanges between two applications are typically carried out in four ways: direct; proprietary links between specific BIM tools; proprietary file exchange formats, primarily dealing with geometry; public product data model exchange formats like IFC, or XML-based exchange formats [15]. Additional detail on the different format types are provided in the chapter on standardization.

In the imaginary world software interoperability requires the acceptance of an open data model of facilities and an interface to that data model for each participating application. Really, there are many efforts under way to establish standards, protocols and best practices across the entire construction industry as described in the following chapters.

In short, BIM is an activity that requires technology and standards and at present a lot of research and development work is required in both areas, sometimes even in contrast with market trends.

L'interoperabilità è dunque il requisito essenziale perché in un numero crescente di progetti il BIM venga effettivamente impiegato come metodologia e non solo come building information model semplificato per l'utilizzo durante la fase di progettazione. Lo scambio automatico dei modelli e di altri dati tra diverse piattaforme software è uno dei principali cambiamenti richiesti all'industria delle costruzioni per una completa integrazione e collaborazione tra i diversi attori del processo edilizio.

Per definire in maniera inequivocabile le condizioni di scambio delle informazioni, sono necessari dettagliati standard tecnici, poiché gli utenti che trasferiscono i dati ovviamente lo fanno utilizzando diversi tipi di software. Questi software devono quindi contenere al loro interno tutti gli standard, e lo devono fare nascondendone la complessità all'utente e facendo in modo che essi siano messi in atto automaticamente dal sistema.

Poiché i tradizionali approcci di condivisione delle informazioni di progetto attraverso lo scambio di file nei formati come .dxf, .dwf, .dwg e .pdf non trasferiscono adeguati livelli di intelligenza degli oggetti da un modello ad un altro, occorre perseguire nuovi approcci finalizzati ad uno scambio di dati più intelligente, necessariamente con l'impiego di nuovi formati. Al momento attuale, lo scambio dei dati tra due applicazioni avviene tipicamente in quattro modi principali: diretto; collegamenti proprietari tra specifici strumenti BIM; formati di scambio proprietari, principalmente focalizzati sulla geometria; formati modello di scambio di dati di prodotto pubblici come ad esempio quello IFC, o formati di scambio basati su XML [15]. Maggiori dettagli sui diversi tipi di formati sono forniti nel capitolo relativo alla standardizzazione.

Nel mondo immaginario l'interoperabilità tra i software richiede l'accettazione di un modello aperto per i dati degli edifici e di una interfaccia verso quel modello di dati per ogni applicazione utilizzata. Nella realtà, molti sforzi sono dedicati alla definizione degli standard, dei protocolli e delle best practices che riguardano l'intero settore delle costruzioni come descritto nei capitoli successivi.

Da questo si evince chiaramente che il BIM è un'attività che richiede tecnologia e normative per le quali al momento attuale è ancora necessario molto lavoro di ricerca e sviluppo, a volte anche in contrasto con le logiche di mercato.