

Christian Schranz | Harald Urban | Simon Fischer  
Christoph Carl Eichler | Tina Krischmann | Markus Hopferwieser

# BIMcert Handbook (Edizione Italiana)

Conoscenza di base di openBIM

Edizione 2024

Traduzione in italiano:  
Lorenzo Nissim, Giancarlo de Marco (IBIMI)





**Christian Schranz | Harald Urban  
Simon Fischer | Christoph Carl Eichler  
Tina Krischmann | Markus Hopferwieser**

# **BIMcert Handbook** (Edizione Italiana) **Conoscenza di base di openBIM**

**Edizione 2024**

Traduzione in italiano: Lorenzo Nissim, Giancarlo de Marco



## RINGRAZIAMENTI

L'idea di questo libro è stata sviluppata nel corso del progetto di ricerca BIM-Zert – *Modello standardizzato di qualificazione e certificazione per il Building Information Modeling in Austria*. Questo progetto di ricerca è stato finanziato dal Ministero federale austriaco per gli Affari Digitali ed Economici (BMDW) nell'ambito del progetto Reti di Qualificazione FGG *Qualification Networks* (4° bando) del programma di *ricerca Competenze per l'industria FGG*.

## DIRITTI

Tutti i diritti riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, modificata e/o distribuita senza la previa autorizzazione scritta dell'editore/autori. Questo divieto comprende, in particolare, la ristampa, la registrazione e la riproduzione in servizi online, Internet e banche dati, nonché la riproduzione su supporti di dati di qualsiasi tipo.

## DISCLAIMER – Dichiarazione di non responsabilità

Quest'opera è stata preparata con cura. Tuttavia, gli autori e l'editore non possono essere ritenuti responsabili della correttezza e della completezza delle informazioni o di eventuali errori di stampa.

## IMPRESSUM

© 2024 Mironde-Verlag  
© Text: Christian Schranz, Harald Urban, Simon Fischer, Christoph Carl Eichler, Tina Krischmann, Markus Hopferwieser  
Gastautoren: Paul Curschellas, Léon van Berlo, Artur Tomczak, Jan Morten Loës, Thomas Glättli  
© Grafici: Alexander Gerger  
Impostazione: Christian Schranz, Gabriel Pelikan, Leo Gaishofer  
Layout: Christian Schranz, Alexander Gerger  
Impostato: con il font Open Sans, Palatino, Monaco  
Editore: buildingSMART Austria · Eschenbachgasse 9, 1010 Wien

Edizione Italiana: Lorenzo Nissim, Giancarlo de Marco

Prodotto in Austria  
www.mironde.com

ISBN: **978-3-96063-056-2**

DOI: **<https://doi.org/10.34726/8359>**



## Citazione suggerita

Schranz, Ch., Urban, H., Fischer, S., Eichler, C.C., Krischmann, T., Hopferwieser, M.: *BIMcert Handbook (Edizione Italiana) – Conoscenza di base di openBIM*. Edizione 2024. Mironde-Verlag, Niederfrohna, 2025. ISBN: 978-3-96063-056-2 DOI: 10.34726/8359.



**Christian Schranz**

è professore associato presso la TU Wien e responsabile dell'unità di ricerca Digital Building Process (TU Wien). Ha iniziato la sua ricerca presso l'Università dell'Illinois a Urbana-Champaign, negli Stati Uniti, e l'ha proseguita alla TU Wien. La sua ricerca si concentra sulla modellazione delle strutture edilizie (compresa la valutazione del ciclo di vita) e sulla digitalizzazione nell'edilizia, in particolare sull'uso dell'openBIM e della realtà aumentata (ad esempio, nel progetto di ricerca finanziato dall'UE «BRISE-Vienna»). Come membro del consiglio di amministrazione di buildingSMART Austria, è responsabile della gestione della qualità e della formazione openBIM. È membro della commissione d'esame per la formazione BIMcert. Per buildingSMART International, è membro del comitato direttivo della «Certificazione Professionale».

**Harald Urban**

è professore assistente presso la TU Wien e vicedirettore dell'unità di ricerca Digital Building Process (TU Wien), ingegnere abilitato e uno dei primi formatori certificati (BIM) di buildingSMART Austria. Dirige il gruppo di lavoro nazionale «openBIM Building Permit», che sta sviluppando il processo di approvazione openBIM nell'ambito della ricerca finanziata dall'UE «BRISE-Vienna». Supervisiona numerosi progetti di ricerca sulla digitalizzazione nell'industria delle costruzioni. È coautore dello studio «Potenzialità della digitalizzazione nell'industria delle costruzioni», commissionato dalla Camera Economica Federale Austriaca e dal Ministero Federale Austriaco dei Trasporti, dell'Innovazione e della Tecnologia.

**Simon Fischer**

è ricercatore presso l'unità denominata Digital Building Process (TU Wien) ed è coinvolto in diversi progetti e pubblicazioni in ambito openBIM. Il suo lavoro si concentra sull'automazione dei processi utilizzando modelli digitali e standard openBIM. Nell'ambito del progetto di ricerca «BRISE-Vienna», si occupa della verifica automatizzata degli aspetti legali. In particolare, si occupa della scrittura in linguaggi di programmazione di regole per la verifica del progetto.

**Christoph Carl Eichler**

è responsabile della gestione dei dati dell'Aeroporto Internazionale di Vienna e uno degli amministratori delegati della filiale aeroportuale VIE Build GmbH. Rappresenta inoltre l'Aeroporto Internazionale di Vienna nel comitato direttivo della buildingSMART International Airport Room ed è membro del consiglio di buildingSMART Austria. Dal 2006 al 2011 ha lavorato come architetto. Successivamente, ha lavorato come consulente BIM in numerosi progetti pilota per clienti pubblici nel campo dell'edilizia e delle infrastrutture di trasporto. È stato coinvolto nei comitati ASI come ASI 11/09 e ASI 15/11 e a livello europeo nel CEN/TC442. Dal 2017 è stato coinvolto in più di 30 progetti di ricerca su diversi aspetti della digitalizzazione in collaborazione con la TU Wien e la TU Graz. Inoltre, dal 2015 dirige il programma di formazione BIM della Überbau Academy ed è membro della commissione d'esame per la formazione BIMcert.

**Tina Krischmann**

è responsabile della BIM management presso VIE Build GmbH. Dal 2016 ha sviluppato numerosi progetti openBIM in qualità di coordinamento generale, controllo del progetto e gestione del progetto BIM. Prima di occuparsi dell'implementazione di progetti openBIM, ha lavorato come architetto. Come uno dei primi formatori certificati (BIM) di buildingSMART Austria, insegna i contenuti BIMCert alla TU Wien. Per buildingSMART Austria, è anche vice responsabile del gruppo di lavoro nazionale «openBIM Building Permit». Come responsabile del gruppo di lavoro «Implementazione di questioni legali nella metodologia openBIM», ha partecipato attivamente al progetto di ricerca finanziato dall'UE «BRISE-Vienna» (procedura di approvazione openBIM).

**Markus Hopferwieser**

è abilitato all'esercizio della professione di ingegnere civile nel campo dell'architettura dal 2011 ed è proprietario e amministratore delegato di Hopferwieser Architects ZT GmbH. I suoi servizi spaziano dalla pianificazione dei progetti (edifici residenziali, hotel, eventi, ecc.) al coordinamento BIM generale e alla consulenza BIM. Dal 2012 è responsabile del Graphisoft Center di Graz/Villach con particolare attenzione al BIM. È un formatore e collaudatore certificato di Archicad ed è responsabile dell'implementazione dei processi BIM in vari progetti architettonici dell'implementazione dei processi BIM in vari studi di architettura. È uno dei primi formatori certificati buildingSMART Austria (openBIM Expert), è attivo nella formazione BIM e nella commissione d'esame BIMcert. È attivo come consulente e docente per lo Ziviltechniker-Forum con un focus sul BIM. Dal 2019 insegna anche alla HTBLVA Ortweinschule di Graz.





### **Paul Curschellas**

attualmente è responsabile dei temi della digitalizzazione, della trasformazione digitale con particolare attenzione al VDC/BIM e della realizzazione di progetti in Svizzera e Germania presso Burckhardt Architektur AG. Co-fondatore e vicepresidente del comitato direttivo Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland, nonché membro della Commissione centrale per la gestione delle informazioni (GI) della Società svizzera degli ingegneri e degli architetti SIA. Responsabile dello sviluppo della piattaforma web (spin-off dell'ETH) per la digitalizzazione dei dati relativi a materiali e componenti con partner commerciali, industriali e tecnologici. Esperienza pluriennale in ricerca e sviluppo presso il Politecnico di Zurigo e l'Ufficio centrale per la razionalizzazione delle costruzioni CRB. Gestione e collaborazione nello sviluppo di norme e standard per la gestione delle informazioni e dei costi.



### **Léon van Berlo**

è il direttore tecnico di buildingSMART International. In precedenza, Léon ha ricoperto diverse posizioni presso l'Istituto Nazionale per l'Innovazione (TNO) nei Paesi Bassi, tra cui BIMserver Programme Manager e Senior BIM Innovator. Presso il TNO, il lavoro di Léon si è concentrato sulla creazione di un'industria data-driven, introducendo tecnologie e sviluppando nuovi concetti. Grazie alla creazione di nuovi prototipi e attraverso la creazione di consenso e collaborazione, Léon ha sviluppato prodotti innovativi per la domanda del mercato, anche nell'ambito di grandi progetti finanziati dall'UE. Durante questo periodo, Léon ha lavorato anche a diverse iniziative di standardizzazione BIM per un pubblico internazionale.



### **Artur Tomczak**

è il product manager della piattaforma bSDD presso buildingSMART. Si batte per migliorare la qualità dei dati BIM e la coerenza delle informazioni. Attualmente sta svolgendo un dottorato di ricerca sul supporto digitale per la progettazione di edifici circolari presso la NTNU in Norvegia. In precedenza, ha ricoperto diversi ruoli, da ingegnere computazionale, tecnico e coordinatore BIM, consulente per la sostenibilità e l'IT fino a docente.

**Jan Morten Loës**

È membro della Product Room di buildingSMART e responsabile del dipartimento di ricerca e sviluppo di VIE Build GmbH, membro di buildingSMART Austria. È coinvolto in diversi progetti di ricerca sul tema dell'integrità dei dati di prodotto per i modelli digitali degli edifici. Un'altra area di ricerca è l'integrazione di GIS e BIM.

**Thomas Glättli**

È co-direttore di «Bauen digital Schweiz» / buildingSMART Svizzera e responsabile del servizio di gestione dei casi d'uso presso buildingSMART International. Ha una solida esperienza nel settore delle tecnologie per l'edilizia e ha lavorato in precedenza per aziende internazionali in posizioni di leadership nella gestione dei prodotti. Oltre alla gestione di progetti multinazionali e alla gestione del ciclo di vita dei dati, la digitalizzazione è sempre stata al centro delle sue responsabilità. Ha conseguito una laurea in ingegneria e un Executive MBA presso l'Università di San Gallo in Svizzera. Come consulente del settore AEC, continua a guidare e promuovere la trasformazione digitale. È appassionato di trasferimento di conoscenze e di consulenza. Come guest author, insegna in diverse università di scienze applicate e fornisce consulenza a numerose iniziative nel settore delle costruzioni.

**Rasso Steinmann**

È professore di Informatica Edile presso l'Università di Scienze Applicate di Monaco (da oltre 28 anni). In precedenza, ha lavorato per 10 anni come ingegnere del software e responsabile dello sviluppo presso Nemetschek. Nel 2008 ha fondato lo iabi - Institute for Applied Building Informatics, con il quale sostiene la standardizzazione del BIM e accompagna l'industria nell'introduzione del BIM. È stato coinvolto in buildingSMART International fin dai suoi inizi nel 1995. Ha guidato il gruppo di software house che hanno implementato IFC per oltre 20 anni, ha partecipato alla creazione del sistema di certificazione del software ed è ora vicepresidente del consiglio di amministrazione. Ha fatto parte del consiglio di amministrazione di buildingSMART Germany fino al 2023 (8 anni come presidente) e ora è membro onorario. Presso la VDI ha diretto il Comitato tecnico BIM (responsabile della serie di linee guida BIM VDI 2552) dal 2013 al 2023. È membro del dipartimento BIM del DIN e delegato al CEN/TC 442 BIM.



**Lorenzo Nissim**

è fondatore nel 2015 dell'Istituto del BIM Italia (IBIMI) divenuto poi il Capitolo Italiano di buildingSMART nel 2018. Fin dalla fondazione è stato il direttore generale delle operazioni curando la strategia di sviluppo. Dal 2023 ha assunto la carica di presidente dell'associazione. Ha svolto attività di consulenza strategica per l'implementazione BIM sia per le maggiori stazioni appaltanti e gestori di asset nazionali, che dal lato degli operatori di mercato per progetti ad alta complessità. E' membro del comitato direttivo del programma di certificazione professionale di buildingSMART e rappresentante di SBS (Small Business Standard) nel tavolo CEN TC 442 BIM WG 8 Competence. Ha ideato e curato tutto lo sviluppo del programma di qualificazione professionale promosso da IBIMI in Italia.

**Giancarlo de Marco**

è ingegnere edile-architetto, si occupa di digitalizzazione nell'industria delle costruzioni e nella gestione dei cantieri. Ha conseguito il Master Internazionale BIMA+ tra Lubiana e Milano, discutendo l'applicazione di metodi openBIM e tecnologie VR/XR per la formazione e l'addestramento delle maestranze. È redattore per il team di lingua italiana del BIM Dictionary. La sua attività principale si concentra sul collegamento tra concetti teorici e usi pratici; coinvolto in diversi progetti di ricerca applicata, è responsabile del loro sviluppo e del trasferimento delle conoscenze. In precedenza ha lavorato come docente, ingegnere di cantiere, tecnico BIM e consulente per la digitalizzazione.



# Indice

<b>Prologo</b>	<b>15</b>
<b>1 Introduzione: openBIM e buildingSMART</b>	<b>20</b>
1.1 buildingSMART come casa dell'openBIM	21
1.2 La storia dell'IFC	23
1.3 Certificazione professionale IBIMI-buildingSMART Italia	30
<b>2 Conoscenze di base</b>	<b>34</b>
2.1 Nozioni di base sulla digitalizzazione	36
2.2 Standardizzazione internazionale	40
2.2.1 ISO 16739-1 – Industry Foundation Classes (IFC)	40
2.2.2 ISO 12006-3 – Quadro di riferimento per le informazioni orientate agli oggetti (per bSDD)	40
2.2.3 Serie ISO 19650 – Gestione informativa tramite BIM	41
2.3 Strumenti	46
2.3.1 Applicazioni BIM	46
2.3.2 Piattaforme di collaborazione / Ambiente di Condivisione Dati (ACDat)	48
2.3.3 Applicativi per la struttura dei dati	49
2.4 Basi tecniche dell'openBIM	51
2.4.1 Schema dati IFC	51
2.4.2 Piattaforma bSDD	53
2.4.3 Metodologia IDM	54
2.4.4 Piattaforma UCM	55
2.4.5 Concetto MVD	55
2.4.6 Formati IDS	56
2.4.7 Servizi di certificazione software e convalida IFC	57
2.4.8 Commenti BCF	59
2.4.9 DataSheets	60
2.5 Organizzazione	62
2.5.1 Ruoli e specifiche di servizio	62
2.5.2 Documenti per l'implementazione del BIM	64
2.5.3 Collaborazione openBIM	68
<b>3 Conoscenza avanzata</b>	<b>72</b>
3.1 Standardizzazione	75
3.1.1 Standard internazionali	76
3.1.2 Standard europei	77
3.1.3 Standard italiani	79
3.2 IFC – Industry Foundation Classes	81
3.2.1 Panoramica dello schema dei dati, del formato del file e del file	81
3.2.2 Nozioni di base sullo schema dati IFC	84
3.2.3 Contenuto di un file IFC	93
3.2.4 Epilogo	113

3.3	MVD – Model View Definition . . . . .	114
3.3.1	I vantaggi delle MVD . . . . .	114
3.3.2	MVD consolidate e relativi obiettivi . . . . .	114
3.3.3	Prossime MVD e relativi obiettivi . . . . .	115
3.4	BCF – BIM Collaboration Format . . . . .	117
3.5	CDE – Common Data Environment . . . . .	120
3.5.1	Storia dello sviluppo . . . . .	120
3.5.2	Obiettivi di un CDE . . . . .	123
3.5.3	Criteri per i CDE . . . . .	123
3.6	Level of Information Need e Livello di dettaglio (LOG, LOI) . . . . .	124
3.6.1	Metodi nella norma EN 17412-1 e pratica consolidata . . . . .	125
3.6.2	Procedura per la determinazione del Level of Information Need . . . . .	125
3.6.3	Elaborazione nel progetto . . . . .	127
3.6.4	Esempio applicativo . . . . .	127
3.6.5	Termini dell'esempio applicativo . . . . .	130
3.7	IDS – Information Delivery Specification . . . . .	131
3.7.1	Struttura dati . . . . .	132
3.7.2	Rapporto tra IDS e IFC . . . . .	136
3.7.3	Rapporto con il buildingSMART Data Dictionary . . . . .	136
3.7.4	Parametri Facet . . . . .	136
3.7.5	Valori semplici e restrizioni complesse . . . . .	139
3.7.6	Ambito e utilizzo dell'IDS . . . . .	140
3.7.7	Rapporti con altre iniziative . . . . .	140
3.7.8	Diverse modi di visualizzare un IDS . . . . .	141
3.8	bSDD – buildingSMART Data Dictionaries . . . . .	144
3.8.1	Gruppi di utenti e casi d'uso . . . . .	145
3.8.2	Uso pratico . . . . .	147
3.8.3	Contenuto del bSDD . . . . .	147
3.8.4	Riferimento dal bSDD all'IFC . . . . .	152
3.8.5	Riferirsi al bSDD dall'IDS . . . . .	152
3.8.6	Pubblicare contenuti nel bSDD . . . . .	153
3.9	UCM – servizio Use Case Management di buildingSMART . . . . .	155
3.9.1	Nozioni di base . . . . .	155
3.9.2	Il servizio UCM, un'offerta di buildingSMART International . . . . .	156
3.9.3	Gestione informativa e casi d'uso in progetti openBIM . . . . .	158
3.9.4	Sviluppo di un Caso d'Uso . . . . .	160
3.9.5	Prospettive relative al servizio Use Case Management . . . . .	163
<b>4</b>	<b>BIM project implementation</b> . . . . .	<b>164</b>
4.1	Iniziativa del progetto . . . . .	173
4.1.1	Definizione degli obiettivi del progetto . . . . .	173
4.1.2	Determinazione del modello di finanziamento . . . . .	174
4.1.3	Coordinamento degli delle KPI . . . . .	174
4.2	Avvio del progetto . . . . .	176
4.2.1	Identificazione e raccolta dei requisiti del progetto . . . . .	176
4.2.2	Creazione e definizione delle specifiche di servizio BIM, dei documenti di implementazione BIM, dei contratti . . . . .	177
4.2.3	Progettazione dei requisiti supportata dal modello (modello dei requisiti) . . . . .	178

4.2.4	Struttura di base (rilievo, modello as-built, modello del terreno) . . . . .	179
4.2.5	Gara d'appalto, affidamento e installazione della piattaforma di collaborazione . . . . .	179
4.2.6	Gara d'appalto e affidamento dei servizi di progettazione . . . . .	180
4.2.7	Studio delle alternative progettuali . . . . .	181
4.2.8	Organizzazione del team di progettazione / Revisione del contraente per la progettazione . . . . .	181
4.2.9	Verifica delle qualifiche del contraente per la progettazione . . . . .	184
4.3	Progettazione (pianificazione) . . . . .	185
4.3.1	Consegna dei modelli di base e dei documenti al Contraente per la Progettazione (modello as-built, modello del terreno, modello dei requisiti) . . . . .	185
4.3.2	Struttura di base del modello . . . . .	186
4.3.3	Organizzazione della collaborazione . . . . .	190
4.3.4	Esecuzione della gestione dei modelli / gestione della qualità BIM . . . . .	195
4.3.5	La conduzione degli incontri di coordinamento . . . . .	200
4.3.6	Esecuzione della consegna delle informazioni . . . . .	205
4.3.7	Esecuzione della valutazione dei costi basata sul modello . . . . .	206
4.3.8	Aggiornamento delle specifiche del progetto durante la fase di progettazione . . . . .	207
4.3.9	Aggiornamento dei dati del modello . . . . .	207
4.3.10	Processo di autorizzazione alla costruzione basato sul modello . . . . .	208
4.3.11	Esecuzione del test di connessione al sistema CAFM dell'operatore . . . . .	209
4.4	Approvvigionamento – Appalto . . . . .	210
4.4.1	Valutazione e necessità . . . . .	210
4.4.2	Preparazione e svolgimento della gara . . . . .	212
4.4.3	Proposta di Gara / Offerta . . . . .	213
4.4.4	Aggiudicazione e Nomina del Soggetto Incaricato . . . . .	213
4.5	Costruzione . . . . .	217
4.5.1	Esecuzione cronoprogrammazione basata su modelli . . . . .	217
4.5.2	Esecuzione della pianificazione di montaggio e lavoro . . . . .	217
4.5.3	Produzione della documentazione as-built durante la costruzione . . . . .	220
4.5.4	Sviluppo della documentazione dei materiali basata sul modello . . . . .	222
4.5.5	Compilazione e consegna della documentazione di costruzione . . . . .	223

## Elenco degli standard rilevanti per il BIM

226

## Prologo alla prima edizione 2021

Il Building Information Modeling (BIM) è il prossimo grande passo per tutti coloro che sono coinvolti nel processo edilizio. La metodologia BIM svolgerà un ruolo centrale nello svolgimento dell'intero ciclo di vita. L'attuale formazione BIM è ancora un po' in ritardo rispetto a questo sviluppo e spesso ci si concentra principalmente sull'applicazione di software BIM; trascurando una formazione BIM appropriata. Soprattutto in un progetto BIM, la corretta comunicazione tra le parti interessate e le relative responsabilità è estremamente importante. Tutti i partecipanti devono conoscere questi ruoli e compiti.

Nel corso del progetto di ricerca BIM-Cert, i ricercatori di quattro diverse università leader (FH Salzburg-Kuchl, TU Wien, TU Graz, FH Kärnten Spittal/Drau) hanno collaborato insieme a professionisti esperti in openBIM, alla Überbau Akademie e a buildingSMART Austria per sviluppare in Austria un modello di qualificazione e certificazione standardizzato. Le raccomandazioni di questo progetto di ricerca vengono ora portate avanti da buildingSMART Austria con il nome di BIMcert e corrispondono ai livelli del programma «Certificazione Professionale» di buildingSMART International.

L'idea di questo libro è nata dagli incontri durante il progetto e dai feedback dei partecipanti alla prima edizione. Questo libro è dedicato alla formazione funzionale openBIM e descrive tutti gli argomenti per i livelli di certificazione della formazione BIMcert. Desideriamo ringraziare tutti i colleghi che hanno lavorato al progetto per il loro supporto durante il progetto e per le molte idee che sono confluite in questo libro. Desideriamo ringraziare Alexander Gerger per l'attenta progettazione delle figure utilizzate nel libro. Un ringraziamento speciale va a buildingSMART Austria, in particolare ad Alfred Waschl, per il suo supporto nella produzione di questa base essenziale per la futura formazione BIM.

Christoph Carl Eichler, Christian Schranz, Tina Krischmann, Harald Urban,  
Markus Gratzl

Vienna, settembre 2021

## Prologo alla seconda edizione 2023

Sono passati due anni dalla prima edizione del Manuale BIMcert. In questo periodo sono successe molte cose. Abbiamo ricevuto molti feedback positivi sulla prima edizione. Per molti, probabilmente, è diventato un importante libro di testo e un'opera di riferimento. Le correzioni e le richieste di integrazioni sono state utili. Inoltre, in questo periodo ci sono stati nuovi ed entusiasmanti sviluppi da parte della comunità internazionale di buildingSMART. Volevamo includerli nel nostro libro con la consueta alta qualità. Pertanto, abbiamo deciso di invitare dei guest author oltre alle nostre estensioni. Siamo lieti di avere i contributi di Léon van Berlo e Simon Fischer (su IDS), Jan Morten Loës e Frédéric Grand (su bSDD) e Thomas Glättli (su UCM). Questi contributi aggiungono al libro competenze su argomenti nuovi e importanti.

Ringraziamo i guest author per i loro preziosi contributi testuali e tutti i lettori per i loro commenti e suggerimenti. Desideriamo ringraziare Alexander Gerger per l'accurata impaginazione del libro e l'eccellente design delle figure. Un ringraziamento speciale va ancora una volta a buildingSMART Austria, in particolare ad Alfred Waschl, per il suo sostegno nella produzione di questa risorsa essenziale per la formazione BIM.

Christoph Carl Eichler, Christian Schranz, Tina Krischmann, Harald Urban

Vienna, febbraio 2023

## Prologo all'edizione del 2024

Il tempo non si ferma, soprattutto nello sviluppo del BIM. Per questa edizione, ci siamo concentrati su due argomenti: l'aggiornamento e l'internazionalizzazione dei contenuti. Abbiamo quindi aggiunto due esperti al nostro team di autori principali: Markus Hopferwieser e Simon Fischer. L'aggiornamento tecnico comprende la riscrittura completa delle sezioni relative a IFC4.3, Level of Information Need (LOIN) e buildingSMART Data Dictionary (bSDD). Per questi ultimi due, siamo riusciti ad attrarre come autori invitati gli esperti internazionali Paul Curschellas (LOIN) e Artur Tomczak (buildingSMART International product manager del bSDD), che hanno scritto le rispettive sezioni insieme a Tina Krischmann (LOIN) e Jan Morten Loës e Simon Fischer (bSDD). Inoltre, abbiamo ampliato il Capitolo 2 (Conoscenze di base) per includere le introduzioni agli argomenti che sono trattati in modo molto più dettagliato nel Capitolo 3 (Conoscenze avanzate).

L'ulteriore internazionalizzazione è stata un desiderio frequentemente espresso dai nostri lettori, soprattutto dai Paesi confinanti. Sia nel Capitolo 2 (Conoscenze di base) che nel Capitolo 4 (Implementazione di progetti BIM), abbiamo integrato la serie di norme ISO 19650 in modo più esteso, oltre a riquadri informativi sulle particolarità nazionali di Austria, Germania e Svizzera. Siamo stati assistiti da 18 esperti BIM di questi tre Paesi che ci hanno fornito feedback e commenti dopo aver esaminato attentamente il Manuale BIMcert. Desideriamo ringraziare Kurt Battisti, Paul Curschellas, Thomas Glättli, Alexander Joslyn, Stefan Kraft, Timo Kretschmer, Anica Meins-Becker, Jörg Meyer, Peter Moser, Christina Ntavela, Ulrich Prestle, Karolina Sadomska, Roman Schneider, Birgitta Schock, René Sigg, Sebastian Toszeghi, Adrian Wildenauer e Thomas Wirth.

Per concludere, desideriamo ringraziare ancora una volta i guest authors per i loro preziosi contributi, i redattori per i loro commenti e tutti i lettori per il loro feedback positivo. Alexander Gerger è ancora una volta responsabile della composizione tipografica del libro e dell'eccellente design di tutte le immagini (molte delle quali sono state ridisegnate). È anche grazie all'internazionalizzazione di cui sopra che buildingSMART Austria (grazie ad Alfred Waschl) sostiene quest'anno la pubblicazione del manuale BIMcert in collaborazione con buildingSMART Germania e Bauen digital Schweiz / buildingSMART Svizzera. Desideriamo inoltre ringraziare questi capitoli per la loro sempre eccellente collaborazione.

Christoph Carl Eichler, Christian Schranz, Tina Krischmann,  
Harald Urban, Markus Hopferwieser, Simon Fischer

Vienna, febbraio 2024

## Prologo all'edizione italiana 2024

È con grande piacere che presentiamo la prima traduzione italiana di questo libro di divulgazione sulla conoscenza tecnica per l'openBIM. Possiamo affermare con convinzione che il mondo accademico, professionale e formativo italiano avrà accesso a un riferimento completo e attendibile per approfondire gli standard e i servizi sviluppati da buildingSMART.

Questo testo è stato concepito pensando sia agli studenti che ai professionisti desiderosi di approfondire i concetti legati all'openBIM. Ma va oltre: è uno strumento fondamentale anche per gli enti e le organizzazioni che offrono corsi di formazione nel campo del BIM, consentendo loro di aggiornare l'offerta didattica ed affrontare tematiche critiche per il successo dei progetti e trasmettere conoscenze sempre più richieste dal mondo del lavoro.

Desidero ringraziare sinceramente il capitolo austriaco di buildingSMART per averci concesso di tradurre questo eccellente testo da loro sviluppato. Ma il processo di traduzione di un testo tecnico non è mai facile, soprattutto quando si tratta di concetti complessi come quelli legati all'openBIM. Un ringraziamento particolare va quindi a Giancarlo de Marco, il traduttore, per il suo impegno e la sua competenza nel rendere accessibile questa materia anche al pubblico italiano. Un sentito grazie a Mario Napolitano per aver coordinato la prima fase dei lavori e a Jodie Petrosino per aver guidato il coordinamento fino alla conclusione.

Siamo fiduciosi che questo libro diventerà un punto di riferimento essenziale per la comunità italiana del BIM, contribuendo alla diffusione e alla crescita della cultura openBIM nel nostro Paese.

Grazie a tutti coloro che hanno reso possibile questo importante traguardo.

Lorenzo Nissim

Roma, gennaio 2025



# 1 Introduzione: openBIM e buildingSMART

Il Building Information Modelling (BIM) è il «prossimo grande passo» per tutti coloro che sono coinvolti nel processo di progettazione nell'industria delle costruzioni. È prevedibile che tra qualche anno, come per l'introduzione del CAD nello scorso millennio, l'intero processo di esecuzione del ciclo di vita si adatterà in modo tale che il BIM svolgerà un ruolo centrale. Ciò richiederà in futuro una formazione BIM adeguatamente qualificata. La verifica delle conoscenze BIM deve essere garantita da standard di qualità comparabili a livello internazionale per le conoscenze e le competenze personali, pertanto/difatti buildingSMART International ha quindi sviluppato una «Certificazione professionale».

Questo libro contiene gli argomenti del programma di certificazione professionale buildingSMART International per il livello «Fondamenti» e «Professione». I capitoli [capitolo 1](#) e [capitolo 2](#) trattano le basi della digitalizzazione, della standardizzazione (in particolare la ISO 19650), degli strumenti, della tecnologia e dell'organizzazione necessari per il BIM. Queste conoscenze sono essenziali per la formazione «Fondamenti».

Il [capitolo 3](#) approfondisce le conoscenze acquisite nel [capitolo 2](#) e tratta in dettaglio i termini chiave di openBIM. Partendo da uno sguardo approfondito agli standard openBIM e da una spiegazione e descrizione dettagliata della struttura dei dati IFC, il capitolo prosegue con MVD, BCF e CDE. Infine, gli autori invitati discutono di LOIN, IDS, bSDD e UCM.

Il [capitolo 4](#) è interamente dedicato all'uso di openBIM e offre una guida dettagliata per applicarlo in ogni fase del ciclo di vita di un edificio, dal concepimento del progetto fino alla progettazione esecutiva e alla costruzione. Questi contenuti costituiscono una base formativa essenziale per il livello «Professione» e sono rivolti a tutti i professionisti del settore.

 In particolare, si rivolgono a chi ricopre i ruoli definiti dalla norma UNI 11337-7 (BIM Specialist, BIM Coordinator, BIM Manager e CDE Manager), fornendo un approfondimento specifico per acquisire competenze avanzate in ambito openBIM.

I riquadri informativi sono utilizzati per evidenziare le informazioni. Se le informazioni sono valide solo in un Paese, all'inizio del riquadro informativo viene visualizzato il simbolo della bandiera del Paese in questione:  per l'Austria,  per la Germania,  per la Svizzera,  per l'Italia.

I codici QR presenti in questo libro rimandano alla fonte delle immagini o a ulteriori informazioni. Nelle versioni elettroniche, i codici QR sono cliccabili (così come i riferimenti incrociati in [blu](#) nel testo).

## 1.1 buildingSMART come casa dell'openBIM

### openBIM

buildingSMART riconosce l'importanza di soluzioni aperte (cioè neutre dal punto di vista del software e dei fornitori) e interoperabili, e si impegna a favore di standard internazionali, interoperabili e aperti (scambio di dati) per il BIM. Questi forniscono un ambiente digitale completo per l'intero ciclo di vita del progetto e degli asset, offrendo vantaggi significativi. Gli standard aperti possono essere utilizzati per l'acquisizione, la progettazione, la documentazione, lo scambio di informazioni (dati) e l'accesso alle informazioni sugli edifici. L'openBIM migliora l'uso, l'accessibilità, la gestione e, soprattutto, la sostenibilità dei dati digitali attraverso standard aperti. La sostenibilità dei modelli openBIM decisamente superiore, poiché la longevità dei formati di dati aperti (grazie alla loro documentazione pubblicamente accessibile) è enormemente maggiore rispetto a quella dei modelli di dati proprietari. Anche tra molti anni sarà facile creare un programma in grado di accedere ai formati aperti dei modelli openBIM. Inoltre, la collaborazione tra i diversi partecipanti al progetto è facilitata, in quanto ciascuno può accedere al programma (abilitato all'openBIM) migliore per il proprio scopo.



### buildingSMART

buildingSMART International (bSI) è un'organizzazione internazionale senza scopo di lucro organizzata in forma di associazione. È stata fondata negli anni '90 come Industry Alliance for Interoperability (IAI), ribattezzata poco dopo International Alliance for Interoperability e diventata nel 2005 buildingSMART. Attualmente esistono più di 40 organizzazioni nazionali (capitoli locali) in quattro continenti, come ad esempio buildingSMART Italia (iBIMI - bSI), buildingSMART Austria (bSAT), ecc.



L'obiettivo principale di buildingSMART (bS) è migliorare lo scambio di dati e informazioni tra i diversi programmi software del settore edile. L'obiettivo è ottimizzare la collaborazione e il flusso di lavoro digitale. Per questo motivo, buildingSMART è riuscito ad attirare tutti i principali produttori di software come membri.

buildingSMART si propone di raggiungere questo obiettivo attraverso tre programmi fondamentali: Standard, Certificazione e Utenti.

### Nucleo del programma Standard

Come associazione indipendente, buildingSMART sviluppa i propri standard per lo scambio di dati e la collaborazione. Questi includono IFC, BCF e IDS, con IFC pubblicato come standard ISO nel 2013 (ora: ISO 16739-1) e aggiornato in ultima versione nel 2024. Inoltre, bSI sta sviluppando bSDD per la descrizione degli oggetti e dei loro attributi, MVD per la definizione di sottoinsiemi di un modello di dati IFC e IDM per la descrizione dei requisiti informativi. Con queste standardizzazioni, bSI sostiene in modo significativo l'uso dell'openBIM (BIM con standard aperti, vedi codice QR).



### Nucleo del programma Utenti

Il nucleo di questo programma è di promuovere la comprensione e l'uso degli standard e delle soluzioni openBIM. Include il buildingSMART Data Dictionary (bSDD), il servizio di gestione dei casi d'uso e un servizio di convalida IFC.

#### **Nucleo del programma Certificazione – software**

I produttori di software possono far certificare da buildingSMART i loro prodotti abilitati al BIM per la corretta implementazione dell'IFC. Questa certificazione garantisce una qualità di trasferimento dati costante.



#### **Nucleo del programma Certificazione – professionale**

buildingSMART ha sviluppato il «Programma di certificazione professionale buildingSMART», un sistema di qualificazione e certificazione a più livelli. Il programma prevede 4 livelli nel 2024:

- Entrata (Entry)
- Fondamenti (Foundation)
- Gestione (Management)
- Professione (Practitioner)

I livelli Fondamenti e Professione esistono da tempo, mentre il livello Entrata è stato lanciato nel 2024 e Gestione è ancora in fase di sviluppo. Questo libro si concentra sui livelli Fondamenti e Professione. La «Certificazione professionale bSI – Fondamenti» verifica le conoscenze di base e la comprensione dell'uso di openBIM nei progetti BIM. La «Certificazione professionale bSI – Practitioner» esamina le conoscenze applicative dell'uso pratico dell'openBIM nell'intero progetto BIM, dall'avvio del progetto alla consegna dell'edificio al committente.

**I** Questo livello di certificazione è stato avviato in Italia con il nome «Professione» conformemente alle norme di riferimento (UNI 11337-7 e UNI PdR 78/2020) ma non è stato ancora trovato un consenso della comunità globale per essere lanciato a livello internazionale. In Italia esistono diverse aree di certificazione a livello Professione: openBIM Management, openBIM Coordination, openBIM Specialism e openCDE Management.

## 1.2 La storia dell'IFC

## 1.2 La storia dell'IFC

Rasso Steinmann (autore ospite)

Il modello di dati IFC - Industry Foundation Classes, così come esiste oggi, non è stato creato da un giorno all'altro, ma è il risultato di decenni di ricerca e sviluppo. Sono documentate le versioni di IFC:

- IFC4.3 Add2 (2023)
- IFC4.3.RC4 (2021-07): aggiunte di ferrovia e infrastrutture
- IFC4.2 (2019-04): ritirato
- IFC4.1 (2018-86): ritirato
- IFC4 Add2 TC1 (2017)
- IFC4 Add2 (2016)
- IFC4 Add1 (2015)
- IFC4 (marzo 2013)
- ifcXML2x3 (giugno 2007)
- IFC2x3 (febbraio 2006)
- ifcXML2 per IFC2x2 add1 (RC2)
- IFC2x2 Addendum 1 (luglio 2004)
- ifcXML2 per IFC2x2 (RC1)
- IFC2x2IFC2x Addendum 1
- ifcXML1 per IFC2x e IFC2x Addendum 1
- IFC2xIFC2.0 (marzo 1999)
- IFC1.5.1 (settembre 1998)
- IFC1.5 (novembre 1997)
- IFC1.0 (giugno 1996)

Attualmente sono in uso IFC2x3 e IFC4 Add2 TC1. IFC2x3 è conforme alla norma ISO/PAS 16739:2005. IFC4 Add2 TC1 è equivalente alla norma ISO 16739-1:2018. IFC4.3 Add2 è standardizzato ISO dal 2024.

Esiste pochissima documentazione su come sia nato l'IFC e quali influenze lo hanno plasmato. L'autore di questo capitolo ha assistito a questo sviluppo durante la sua vita professionale dal 1985 e lo riporta qui come testimone contemporaneo.

### Le radici

Il vero punto di partenza di tutti i modelli di dati che conosciamo oggi è rappresentato dagli anni '60 e '70. In quel periodo si è capito che i computer potevano non solo calcolare ma anche elaborare informazioni. Applicando la teoria matematica delle relazioni all'elaborazione digitale delle informazioni, è stato possibile definire strutture organizzate gerarchicamente (*Edgar F. Codd et al: IMS system with the DL/1 language*), che oggi conosciamo come sistemi di database relazionali. Un approccio completamente diverso fu lo sviluppo di database in rete (conferenza CODASYL, linguaggio COBOL), che oggi conosciamo come grafi di conoscenza o reti neurali.

I database relazionali hanno il vantaggio di essere relativamente facili da capire. Tutto ciò che occorre sapere è che le cose e i processi sono rappresentati come tabelle e le colonne delle tabelle rappresentano le proprietà delle entity. Le relazioni tra le entity e i processi (tabelle) possono essere mappate utilizzando riferimenti di collegamento con

proprietà dedicate (colonne della tabella). Le relazioni tra le tabelle sono strutturate in modo gerarchico e le connessioni circolari (=reti) sono da evitare.

Le persone si trovano meglio nelle strutture gerarchiche e cercano di organizzare al meglio il mondo che controllano. Nelle strutture a rete (ad esempio, le reti di trasporto), le persone perdono rapidamente l'orientamento e hanno bisogno di aiuto. La facilità di comprensione dell'approccio relazionale e la possibilità di utilizzarlo per implementare le più diffuse gerarchie informatiche ne hanno fatto una scelta popolare.

#### **STEP**

Questo è stato anche il caso dello sviluppo di specifiche per lo scambio di dati di prodotto in STEP (Standards for the Exchange of Product Data), iniziato nel 1984 e basato sui suoi predecessori IGES, SET e VDA-FS. A causa della sua complessità, il piano originale di sviluppare un unico modello di prodotto completo è stato scartato, e così nel 1994/95 STEP è stato diviso in diverse parti e presentato all'ISO. Un componente chiave era ed è il linguaggio di modellazione dei dati EXPRESS, che è stato pubblicato come ISO 10303-11. Mentre la Parte 11 può essere utilizzata per descrivere le strutture effettive di un modello di dati di prodotto, la Parte 21 (.spf, STEP Physical File Format, ISO 10303-21) definisce le strutture di un file ASCII per lo scambio dei dati di prodotto effettivi (istanze di un modello di dati). Qualche anno dopo, la Parte 28 (ISO 10303-28) ha definito come questi dati di prodotto possano essere scambiati anche con file XML. Oggi sono disponibili altri formati di base, ognuno dei quali trasmette lo stesso contenuto.

EXPRESS-G può essere utilizzato per visualizzare le strutture essenziali di uno schema di dati EXPRESS in un grafico molto simile a un diagramma delle relazioni tra entity. La vicinanza al mondo dei dati relazionali è evidente anche in questo caso.

EXPRESS è stato poi utilizzato per specificare i protocolli applicativi per casi d'uso specifici, concentrandosi inizialmente sullo scambio di dati geometrici. AP 201 e AP 202 definiscono la geometria di base, principalmente 2D. L'AP 204 definisce la geometria di base delle primitive 3D. Sono stati sviluppati anche AP per descrivere componenti meccanici specifici. Il WP 225 si è concentrato sui componenti edilizi.

Tutti questi AP sono stati fortemente influenzati dai sistemi CAD disponibili sul mercato all'epoca. L'attenzione si concentrava sulla geometria, alla quale potevano essere associate classificazioni e alcune proprietà del prodotto come riferimenti. In una certa misura, i componenti geometrici potevano essere aggregati in gruppi di componenti.

#### **Geometria e struttura dell'edificio**

Molte delle basi per gli sviluppi di STEP sono state esplorate e sviluppate in progetti di ricerca finanziati dall'UE dell'epoca. In quell'occasione fu riconosciuto che i modelli di dati per gli edifici, la cui struttura principale era la geometria, non erano più utili. Seguì un'inversione di rotta e furono sviluppati i cosiddetti modelli di dati semantici per gli edifici, che descrivevano i componenti come oggetti con attributi che potevano avere relazioni tra loro. Questo punto di vista si è imposto e da quel momento in poi la geometria ha avuto un ruolo di primo piano, ma strutturalmente subordinato.

## 1.2 La storia dell'IFC

*Excursus:* Con la norma ISO 10303-22 SDAI (Standard Data Access Interface), già nel secolo scorso era stata pubblicata un'interfaccia standardizzata per i database le cui strutture dati sono generate da EXPRESS. In altre parole, ci sarebbe stato un modo tecnico standardizzato per scambiare dati STEP collegando le applicazioni software direttamente a un database, invece di dover scambiare dati con i file. Purtroppo, questo metodo è stato utilizzato raramente ed è stato dimenticato.

### **Dalla ricerca alla maturità del mercato**

Nell'ambito del progetto europeo «VEGA» (Virtual Enterprises using Groupware Applications), un team guidato dal Prof. Richard Junge e dal suo ex collega Dr. Thomas Liebich ha sviluppato un approccio per un «modello semantico di prodotto» in collaborazione con Nemetschek, dove l'autore lavorava ancora all'epoca. Questo approccio è stato portato a maturazione negli anni '90 con il progetto interno di Nemetschek O.P.E.N. (Object oriented Product Data Engineering Network). È stato implementato un approccio «late binding», che ha permesso di estendere il modello di dati per il server in fase di esecuzione senza dover ricompilare i programmi. Questa strategia ha permesso di rispondere rapidamente ai cambiamenti dei requisiti e alle nuove applicazioni. Si trattava del primo server di modelli industriali per l'industria delle costruzioni che poteva essere utilizzato anche via Internet. Tuttavia, è risultato prematuro per il mercato, poiché l'industria delle costruzioni era ancora troppo legata ai metodi di lavoro analogici. Si è capito che i processi del settore edile avrebbero dovuto cambiare radicalmente per ottenere aumenti di produttività con questo approccio, e che una società di software da sola non sarebbe stata in grado di realizzare questo cambiamento di paradigma. Un'azienda non è un istituto di ricerca, quindi il progetto O.P.E.N. è stato interrotto. La storia successiva ha dimostrato che l'approccio era corretto, ma anche che i tempi erano troppo precoci. Ancora oggi, un prodotto come O.P.E.N. è una scommessa.

I vantaggi dell'approccio di modellazione di VEGA e O.P.E.N. sono stati, oltre all'allontanamento coerente da una visione geometrico-centrica, un modello stratificato con un nucleo di componenti e topologie comuni e un livello superiore per le strutture specifiche del dominio. Questa architettura, implementata con un approccio «late binding», ha permesso un'evoluzione graduale, poiché era chiaro che il modello si sarebbe espanso notevolmente, soprattutto per le diverse aree di applicazione.

### **Mancanza di interoperabilità**

Nello stesso periodo, un gruppo di aziende statunitensi (tra cui HOK sotto l'allora CEO Patrick MacLeamy) si rese conto che i sistemi CAD, che all'epoca erano essenzialmente strumenti di progettazione, erano troppo limitati. I primi componenti aggiuntivi di AutoCAD offrivano funzionalità specifiche per i componenti, ma i dati richiesti andavano oltre lo standard DWG/DXF ed erano incompatibili tra loro. La mancanza di interoperabilità è stata identificata come un grosso ostacolo e ha portato a una collaborazione con Autodesk per sviluppare un AFC (Autodesk Foundation Class). Ai clienti del settore edile è stato chiesto di contribuire con i propri requisiti a un modello di dati così completo. Quando ci si rese conto che un tale approccio avrebbe richiesto non solo la vista CAD, ma tutte le aree applicative, si decise di aprire questo progetto. Nel 1995 è stata fondata la IAI (International Alliance for Interoperability, ribattezzata buildingSMART qualche anno dopo), che è stata pubblicizzata con un roadshow

in vari Paesi. L'iniziativa raggiunse la Germania durante la fiera ACS-95, che portò immediatamente alla fondazione di una IAI e.V. (di cui l'autore è membro da allora).

#### **Gli albori dell'IFC**

Lo sviluppo tecnico del modello di dati è stato inizialmente di competenza del personale Autodesk, che è stato esonerato dalle proprie mansioni a questo scopo. Dopo alcuni passi falsi, si sono resi conto degli sviluppi di STEP e hanno coinvolto esperti di quella comunità. Si decise di utilizzare un approccio di modellazione del Prof. Frits Tolman, a partire dal quale fu sviluppato IFC, presentato e discusso in gruppi più ampi nelle versioni 0.96 e 0.98. Dopo diverse implementazioni prototipali, la versione IFC1.5.1 è stata la prima a essere supportata da alcuni sistemi software. Lo scambio di dati è stato dimostrato con orgoglio su dischi all'ACS 1998.

*Aneddoto:* Il primo file IFC al mondo è stato esportato da Allplan, che all'epoca supportava anche STEP AP225, per cui il reparto di sviluppo disponeva di competenze STEP sufficienti.

*Nota:* Se le regole STEP fossero rigorosamente rispettate, i file IFC scambiati nel formato STEP Physical File Format dovrebbero avere l'estensione «.spf». È stato l'orgoglio e il marketing dei modellatori di IAI (buildingSMART) a creare l'estensione «.ifc», poi sorprendentemente accettata dall'ISO.

Con l'evoluzione dell'IFC, è diventato chiaro che l'approccio scelto presentava un grosso inconveniente: l'architettura del modello era troppo monolitica. Qualsiasi estensione funzionale richiedeva modifiche fino al nucleo centrale. È stato riconosciuto che un modello di dati di questo tipo non poteva essere la base per un'implementazione globale in cui ogni azienda di software aveva i propri cicli di rilascio. L'unico modo per evitare incompatibilità era che tutti implementassero allo stesso ritmo e rilasciassero nuove versioni nello stesso momento. La sincronizzazione poteva essere fattibile per il piccolo gruppo di software house interessate all'epoca, ma era illusoria per un'implementazione globale.

#### **Un nuovo inizio per l'IFC**

Nel frattempo, era chiaro che Nemetschek avrebbe interrotto il progetto O.P.E.N. per i motivi sopra menzionati. Il Prof. Junge ricevette il permesso dal Prof. Nemetschek di portare con sé l'approccio di modellazione di O.P.E.N., salvandolo e sviluppandolo ulteriormente. Poco dopo il rilascio di IFC2.0, si intensificò la discussione critica sulle difficoltà emergenti. L'approccio di modellazione di VEGA e O.P.E.N. venne presentato come una soluzione che comportava un inizio completamente nuovo, ma che risolveva il problema principale del precedente modello IFC grazie all'architettura a livelli espandibili. Grazie all'esperienza di sviluppo di Nemetschek, sapevano anche che questo nuovo approccio avrebbe funzionato in linea di principio.

Come si può immaginare, coloro che avevano dedicato anima e corpo allo sviluppo di IFC fino alla versione 2.0 non erano affatto entusiasti di ricominciare da capo. Il risultato fu un clima di astio. Ma i dirigenti lungimiranti di IAI capirono che questo cambiamento era necessario. Jeffrey Wix fu nominato project manager e il nuovo inizio fu attuato, Thomas Liebich assunse la direzione del Model Support Group (MSG) e l'autore guidò l'Implementer Support Group (ISG) fin dall'inizio e fu in grado di usare

## 1.2 La storia dell'IFC

la sua esperienza per mostrare loro la strada verso la nuova versione. Questa doveva essere portata avanti come IFC 3.0, ma una release 3.0 così presto dopo la release 2.0 fu considerata troppo «umiliante». La via d'uscita diplomatica fu quella di chiamare questo nuovo approccio IFC2x, lasciando il «2» visibile e la «x» come «estensibile», cosa che la maggior parte delle persone poteva accettare.

Naturalmente i dati IFC2x erano completamente incompatibili con quelli IFC2.0. Ciò è stato accettato perché questo effetto si sarebbe comunque verificato prima o poi con IFC2.0, e perché il gruppo di software house di supporto era ancora gestibile. La maggioranza ha riconosciuto rapidamente i vantaggi di IFC2x e, grazie all'esperienza STEP derivante dalle precedenti implementazioni, gli sviluppatori sono stati in grado di effettuare il passaggio in tempi relativamente brevi.

### IFC2x

Negli anni successivi, IFC2x ha continuato a evolversi, aggiungendo il supporto per il formato XML (STEP 10303-28) per i file di scambio. Con la crescente implementazione di IFC in varie applicazioni software, è diventato sempre più chiaro che non tutti i sistemi software potevano implementare e supportare il modello IFC completo. Inoltre, non ha senso che un programma strutturale supporti i servizi dell'edificio o che un programma HVAC supporti l'armatura. Per questo motivo è stato introdotto il concetto di MVD (Model View Definition). Un MVD descrive una parte (sottoinsieme) del modello di dati che è richiesta per lo scambio in casi d'uso specifici. Durante l'ulteriore sviluppo di IFC2x, è stata creata la cosiddetta MVD Coordination View, che supporta il coordinamento tecnico dei specialisti di pianificazione, architettura, ingegneria strutturale e servizi edili nella costruzione di edifici. IFC2x3-CV2.0 segna uno stato stabile ed è ancora la versione IFC più ampiamente supportata in uso oggi.

### Certificazione IFC del software

Non tutti i produttori di software hanno preso sul serio l'implementazione di IFC; per molti si trattava più che altro di un aspetto di marketing. La mancanza di supporto ha portato a un forte risentimento tra gli utenti, così all'autore e a Thomas Liebich è stato chiesto di istituire un sistema di certificazione, che l'autore ha guidato per 22 anni, sviluppando e assicurando il servizio con un consorzio per buildingSMART. Molti fornitori di software hanno ora ottenuto la certificazione delle loro interfacce IFC2x3-CV2.0.

### IFC4

Il passo successivo avrebbe dovuto essere una versione IFC «3x». Tuttavia, pochi sapevano da dove provenisse la «x» nei numeri di versione. Tuttavia, poiché il «3» era così evidente con IFC2x3 e poiché IFC2x era già un IFC 3, si volle una differenza visibile e si decise di eliminare la «x» e di rendere chiaro che anche IFC4 introduceva modifiche alle strutture di base. Questi miglioramenti e nuove funzionalità hanno portato a ulteriori aggiunte e correzioni, dando vita alla versione IFC4 Add2 TC1. Questa versione, ora insieme alla cosiddetta RV (Reference View), è considerata anche tecnicamente matura e costituisce la base per la certificazione delle interfacce software.

La nuova piattaforma di certificazione b-Cert è stata sviluppata per IFC4, che ha implementato un più alto livello di automazione per i test e può anche supportare diversi MVD e versioni IFC.

Le versioni da IFC4.1 a IFC4.3 non presentano modifiche al nucleo e includono estensioni al livello applicativo per gli edifici infrastrutturali; seguirà IFC4.4, che includerà i tunnel.

#### **E cosa viene dopo?**

Questo è attualmente in discussione come IFC5. Il pensiero dell'autore al riguardo: I formati STEP sono un'area di competenza: sono relativamente pochi gli specialisti che ne hanno le conoscenze. La scelta di strumenti di supporto per lo sviluppo del software è quindi limitata. Si potrebbe certamente pensare di sostituire i formati STEP con alternative tecniche più all'avanguardia. In questo modo sarebbe più facile per gli sviluppatori di software più giovani iniziare a lavorare e ci sarebbero più strumenti di supporto disponibili. D'altra parte, l'enorme numero di file IFC generati finora implica di conseguenza che STEP continuerà a dover essere esportato e importato per il prossimo futuro. Infine, la Biblioteca Nazionale Finlandese ha identificato IFC4 come formato di archiviazione.

Se ci si attiene a basi tecniche che implementano essenzialmente il modello relazionale, la loro sostituzione con varianti più moderne non avrà in definitiva alcun impatto apprezzabile sugli utenti. Ciò che gli utenti noteranno internamente quando passeranno da una tecnologia ancora relazionale è marginale.

Questo effetto è stato riscontrato anche, ad esempio, nel passaggio da IFC2x3-CV2.0 a IFC4-RV, che apporta principalmente vantaggi tecnici interni. La «user experience» con entrambe le varianti è molto simile. Di conseguenza, è molto difficile motivare le software house a passare a IFC4-RV. Si tratta di un investimento per il futuro, ma senza alcun beneficio immediato e tangibile per il committente. Inoltre, il supporto per IFC2x3-CV2.0 non può essere semplicemente disattivato, perché nella pratica ci sono troppi file di questo tipo, quindi è necessario supportare entrambe le versioni, senza risparmiare nulla in termini di sviluppo.

Questa esperienza dimostra che un miglioramento tecnico che funziona solo internamente ma non è visibile all'esterno non è molto motivante per le aziende di software.

#### **I grafici sono il futuro dei dati di prodotto?**

Vale la pena considerare (e alcuni lo fanno) se non sia il caso di abbandonare il mondo relazionale nella modellazione dei prodotti e passare a strutture a grafo simili a reti. Le strutture relazionali raggiungono i loro limiti quando è necessario modificare le gerarchie o aggiungere nuovi aspetti. Sebbene ciò sia possibile in linea di principio, spesso richiede molto tempo. Inoltre, negli edifici vengono creati altri modelli di dati per scopi specifici, che vengono utilizzati in parallelo con l'IFC. È improbabile che tutti questi modelli vengano trasferiti e integrati nell'IFC, ma piuttosto che debbano essere collegati tra loro (parola chiave: «linked data») per formare un gemello digitale. Le tecnologie basate sui grafi offrono grandi vantaggi per la mappatura di questi gemelli digitali, che si notano anche nell'applicazione. Non è un caso che queste tecnologie

### 1.2 La storia dell'IFC

vengano utilizzate per mappare i social network, che cambiano continuamente sia in termini di gerarchia che di contenuti. I nostri complessi progetti di costruzione e gli edifici non sono forse più simili a reti dinamiche che a gerarchie statiche? La buona notizia è che i modelli di dati STEP possono essere convertiti automaticamente nei formati richiesti dai database a grafo. Ciò significa che i dati IFC di oggi possono essere trasferiti e utilizzati nei futuri database a grafo.

## 1.3 Certificazione professionale IBIMI – buildingSMART Italia – Il processo di certificazione buildingSMART

I professionisti possono acquisire e far riconoscere le proprie competenze BIM tramite buildingSMART. A tal fine, buildingSMART ha introdotto il programma internazionale di certificazione professionale. Il programma è composto da tre livelli:

- Livello Entrata (Entry)
- Livello Fondamenti (Foundation)
- Livello Professione (Practitioner)

Il livello «Entrata» consiste in un breve corso gratuito erogato direttamente dal sito di buildingSMART per introdurre i concetti generali sulla digitalizzazione del settore.

Il livello «Fondamenti» di bS attesta la conoscenza di base e la capacità di comprendere l'uso dell'openBIM nei progetti digitali.

Il livello «Professione» di bS accerta la conoscenza dell'uso pratico dell'openBIM per l'intera durata della commessa, dall'inizio del progetto alla consegna dell'edificio al committente. Questo livello di certificazione è stato avviato in Italia con il nome di «Livello Professione» conformemente alle norme di riferimento (UNI 11337-7 e UNI PdR 78/2020) ma non è stato ancora trovato un consenso della comunità globale per essere lanciato a livello internazionale. Nel contesto internazionale il livello è chiamato «Practitioner».

### **Certificazione professionale IBIMI-bSIt**

IBIMI nella doppia veste di associazione di professionisti BIM iscritta nell'elenco del Ministero del Made in Italy (MIMIT) ai sensi della legge 4/2013 e di capitolo italiano di buildingSMART International ha sviluppato il «Programma di Qualificazione Professionale», un percorso che in sinergia con il programma di certificazione internazionale di buildingSMART, supporta l'acquisizione delle competenze BIM, comprese le quattro figure professionali definite dalla UNI 11337-7.

L'approccio intende offrire un percorso di apprendimento che sia neutrale ed indipendente dalle specifiche soluzioni software adottate, e che possa essere applicato in maniera trasversale tra tutti i professionisti del settore, siano questi impegnati dal lato committenza o dal lato degli operatori, nel settore pubblico o privato, in qualsiasi fase del ciclo di vita di un progetto (progettazione, costruzione, gestione e manutenzione, ecc.) e nei vari domini dell'industria (edile, civile, industriale, ecc.).

I primi due livelli del programma di certificazione internazionale – Entrata e Fondamenti – sono disponibili per il mercato italiano in lingua italiana e hanno un riconoscimento internazionale. Il livello Professione essendo basato su uno standard italiano (UNI 11337-7) ha una valenza prettamente nazionale. I profili professionali oggi certificabili sul livello Professione sono:

- Operatore avanzato della gestione e della modellazione informativa – openBIM Specialist
- Coordinatore dei flussi informativi di commessa – openBIM Coordinator
- Gestore dei processi digitalizzati – openBIM Manager
- Gestore dell'ambiente di condivisione dei dati – openCDE Manager

## 1.3 Certificazione professionale IBIMI-buildingSMART Italia

Il processo di verifica è svolto in conformità alla UNI PdR 78:2020 che definisce, tra l'altro, i prerequisiti di esperienza per l'accesso all'esame, le modalità di erogazione dell'esame e i criteri di verifica. Al superamento con successo dell'esame, IBIMI-buildingSMART Italia come associazione riconosciuta dal MIMIT ai sensi della legge 4/2013 emette l'attestato di qualità e di qualificazione professionale dei servizi e procede all'iscrizione nel registro dei professionisti BIM italiani, garantendo la specifica competenza openBIM, ed in qualità di organismo di valutazione di un ente di certificazione accreditato da Accredia secondo la norma ISO/IEC 17024 emette la certificazione UNI 11337-7 sotto accreditamento.



**Figura 1.1:** Percorso proposto da IBIMI – buildingSMART Italia per i professionisti BIM

Nel «Programma di Qualificazione Professionale» di IBIMI-buildingSMART Italia viene attribuita particolare importanza alla formazione openBIM di alta qualità. Ciò implica un processo di riconoscimento di enti di formazione indipendenti che si impegnano ad adeguare le proprie offerte formative agli standard definiti da buildingSMART. Questo supporta la presenza su tutto il territorio italiano di diversi enti di formazione che offrono lo stesso percorso formativo ma con modalità e software diversi. Ciascun ente di formazione riconosciuto deve rinnovare il suo riconoscimento ogni due anni per poter continuare l'erogazione di corsi del «Programma di Qualificazione Professionale» IBIMI – buildingSMART Italia.

Maggiori informazioni riguardo il Programma e le Certificazioni erogate da IBIMI-buildingSMART sono accessibili online sul sito [www.ibimi.it](http://www.ibimi.it).



#### **II** Struttura e riferimenti

Questo libro contiene gli argomenti trattati nel Programma di Qualifica Professionale di IBIMI buildingSMART. In particolare, i [capitolo 1](#) e il [capitolo 2](#) trattano le basi della digitalizzazione, gli strumenti, l'organizzazione e le strutture necessarie per l'openBIM, sono inclusi i riferimenti alle norme, regolamenti e standard applicabili. Queste conoscenze sono essenziali per il livello Fondamenti (Foundation).

Il [capitolo 3](#) approfondisce le conoscenze acquisite nel [capitolo 2](#) e illustra in dettaglio alcuni dei più importanti concetti openBIM, in particolare approfondisce dapprima gli standard openBIM e continua con una spiegazione e descrizione dettagliata della struttura dei dati IFC. Prosegue quindi con l'MVD, il BCF, il CDE e Level of Information Need. Infine, i guest author forniscono una panoramica sull'IDS, il bSDD e l'UCM.

Questo capitolo copre gli argomenti della Certificazione del livello Professione (Practitioner) per l'Italia. Inoltre, devono essere rispettate le normative e le specifiche tecniche pubblicate e richiamate in questo libro.

I codici QR presenti in questo libro rimandano alla fonte della figura o a ulteriori informazioni. Nelle versioni elettroniche, i codici QR sono cliccabili.



## 2 Conoscenze di base

Questo capitolo fornisce le basi per tutti coloro che vogliono sostenere l'esame buildingSMART «Certificazione professionale – Fondamenti». Segue una facile introduzione all'openBIM in cui vengono spiegati tutti i termini di base, in modo tale che chiunque intenda partecipare a un progetto openBIM possa contare su un linguaggio comune utilizzando gli stessi termini. Questo capitolo costituisce quindi la base per il [capitolo 3](#) e il [capitolo 4](#), che trattano le questioni pratiche per l'implementazione. Le conoscenze trasmesse negli altri capitoli supportano anche la preparazione all'esame buildingSMART «Certificazione Professionale – Professione» (openBIM Management, openBIM Coordination, OpenBIM Specialism, openCDE Management).

Le abbreviazioni importanti sono:

ACDat	Ambiente di condivisione dati (vd. CDE Common Data Environment)
ADD	Addendum
AECO	Architettura, ingegneria, costruzioni e operazioni (Architecture, Engineering, Construction, and Operations)
AIM	Modello informativo del cespite immobile (Asset Information Model)
AIR	Requisiti informativi del cespite immobile (Asset Information Requirements)
AR	Architettura
BCF	BIM Collaboration Format
BEP	BIM Execution Plan
BPMN	Business Process Modeling and Notation
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
bSI	buildingSMART International
bSIIt	IBIMI buildingSMART Italia
CAD	Computer Aided Design
CDE	Common Data Environment
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEN/TC	Comité Européen de Normalisation/Technical Committee
CI	Capitolato Informativo (vd. EIR - Exchange Information Requirement)
CV	Coordination View
DTV	Design Transfer View
DWG	Drawing
DXF	Drawing Interchange File Format
EIR	Exchange Information Requirements
EN	Norma Europea (European Norm)
FM	Facility Management
GC	General Contractor
GIS	Geographic Information System
GUID	Globally Unique Identifier

IAI	International Alliance for Interoperability (precedentemente: Industry Alliance for Interoperability)
IDM	Information Delivery Manual
IDS	Information Delivery Specification
IFC	Industry Foundation Classes
IFD	International Framework for Dictionaries
IPD	Integrated Project Delivery
ISO	International Organisation for Standardisation
LOD	Level of Development (obsoleto)
LOG	Level of Geometry
LOI	Level of Information
LOIN	Level of Information Need (Livello di fabbisogno informativo)
MEP	Mechanical, Electrical, and Plumbing (incl. HVAC)
MVD	Model View Definition
oGI	offerta di Gestione Informativa (vd. BEP – BIM Execution Plan – pre contract)
OIR	Requisiti informativi dell'organizzazione (Organizational Information Requirements)
PAS	Publicly Available Specification
PDF	Portable Document Format
pGI	piano di Gestione Informativa (vd. BEP – BIM Execution Plan – post contract)
PIM	Modello informativo della commessa (Project Information Model)
PIR	Requisiti informativi della commessa (Project Information Requirements)
Pset	Property set
QA	Quality Assurance (Garanzia di qualità)
QC	Quality Control (Controllo qualità)
QV	Quantity View
RV	Reference View
SE	Structural Engineering (Ingegneria strutturale)
STEP	Standard for Exchange of Product model data
TC	Technical Corrigendum
UCM	Use Case Management
XML	Extensible Markup Language

## 2.1 Nozioni di base sulla digitalizzazione

Per molto tempo, il settore delle costruzioni è stato tra i meno influenzati dalla digitalizzazione. In molte aree, i processi sono stati inefficaci a causa di un approccio più orientato al progetto che al processo. Di conseguenza, c'è un grande bisogno di migliorare la comunicazione, la gestione del rischio e l'attuazione dei contratti, con notevoli possibilità di risparmio di risorse. Inoltre, il settore delle costruzioni è altamente specializzato e frammentato. Le piccole imprese, in particolare, trovano difficoltà ad adattarsi alle innovazioni digitali, rallentando così l'adozione della digitalizzazione nel settore.

La digitalizzazione sta creando nuove opportunità di miglioramento per il settore delle costruzioni. La cosiddetta quarta rivoluzione industriale sta prendendo piede anche in questo ambito, e i suoi benefici stanno diventando sempre più evidenti. Questi vantaggi dovrebbero aiutare a risolvere i problemi precedentemente menzionati. Tra i diversi punti di forza possiamo includere:

- riduzione dei costi,
- networking,
- trasparenza dell'informazione,
- assistenza tecnica,
- aumento dell'efficienza,
- miglioramento della comunicazione e della collaborazione,
- migliore gestione del rischio
- flessibilità,
- riduzione dei tempi,
- creazione di nuovi modelli di affari,
- rispetto dell'ambiente (minore spreco di risorse),
- incremento della produttività,
- vantaggi competitivi, e
- maggior attrazione dei datori di lavoro verso i nuovi impiegati.

### **Definizione di BIM sia come modello che come processo**

La norma ISO 19650 definisce il BIM come «*l'uso di una rappresentazione digitale condivisa di un bene costruito per facilitare i processi di progettazione, costruzione e gestione, al fine di formare una base affidabile per le decisioni*» (i beni costruiti includono edifici, ponti, strade e impianti di processo). Questo standard si riferisce quindi ai tre aspetti essenziali del BIM: modello, tecnologia e processi. Il cuore del BIM è il modello digitale dell'edificio, che contiene le informazioni sotto forma di dati geometrici e alfanumerici (informazioni non geometriche relative a funzione, ubicazione, materiale, ecc.) Il BIM fornisce quindi un metodo digitale interdisciplinare e ottimizzato per creare, scambiare e mantenere informazioni digitali sugli edifici. Il BIM promuove la comunicazione e la collaborazione tra le parti coinvolte in un progetto di costruzione in tutte le fasi. Supportando in modo significativo il processo di qualità.

### **Un buon processo decisionale richiede buone informazioni**

La possibilità di visualizzare le strutture e i loro dati attraverso il BIM può accelerare il processo decisionale. Lo scambio digitale di informazioni relative al progetto riduce

## 2.1 Nozioni di base sulla digitalizzazione

la frammentazione dei processi e favorisce la disponibilità delle stesse informazioni al momento giusto. Ciò consente di limitare la quantità di dati non strutturati e di migliorare la comunicazione tra le parti coinvolte.

Questo è un enorme vantaggio per i professionisti dell'edilizia. Il modello digitale riunisce tutte le informazioni fornite da ciascuna parte interessata. Gli utenti del modello digitale creano, mantengono e utilizzano sia la geometria che le informazioni del modello; la collaborazione avviene in un ambiente di condivisione dati (ACDat), indipendente dalla posizione. Il principale beneficio di un ambiente di condivisione dati è la circolazione efficace della documentazione e della verifica delle informazioni (dati) provenienti dalle diverse fonti. Poiché tutte le componenti del progetto sono dotate di attributi e proprietà e sono memorizzate nel sistema è possibile estrarre quantità e costi per pianificare più efficacemente gli investimenti. La «precisione» di un modello digitale è determinata dal livello di dettaglio o dalla precisione con la quale vengono espressi i requisiti informativi, ad esempio, nel caso del Level of Information Need (LOIN) specificato dal committente potremo conoscere i Level of Geometry (LOG) per i requisiti geometrici e il Level of Information (LOI) per quelli alfanumerici. In passato era in uso esclusivamente il Level of Detail (LOD) di un modello.

Un principio fondamentale del BIM è lo scambio coerente di dati e informazioni. I modelli digitali supportano la coerenza dei dati nel database del cespite. Utilizzando delle linee guida per la modellazione, una gestione ottimale delle informazioni migliora la collaborazione, il coordinamento e la comunicazione che basata sui modelli contribuisce a ridurre o addirittura evitare ritardi nel progetto.

### **I benefici del BIM per committenti e operatori**

L'uso del BIM offre molti vantaggi non solo ai progettisti, ma anche ai proprietari e ai gestori delle strutture. I modelli informativi favoriscono il trasferimento di informazioni coerenti dalla fase di progetto alla fase operativa; aiutando a gestire le attività comuni di asset management. La regolare archiviazione del modello crea un registro a lungo termine del progetto (inclusa la sua ideazione) così da poter confrontare le diverse fasi di progettazione e valutare gli errori. Avendo come riferimento dei progetti già realizzati, è possibile integrare o adattare in maniera più specifica i requisiti operativi, così da aumentare notevolmente la capacità di valutazione, offrendo la possibilità di ridurre i rischi e i costi di sviluppo e manutenzione degli impianti nella fase di Facility Management. Le informazioni operative possono essere integrate nel modello fin dalle prime fasi, consentendo così la comparazione tra gli obiettivi previsti e i risultati effettivi, attraverso l'analisi delle discrepanze (GAP). I requisiti operativi possono essere anticipatamente identificati e definiti prima della loro realizzazione, agevolando una migliore previsione e una riduzione dei costi operativi complessivi (costi di manutenzione, assistenza, tempi di consegna, consumo energetico, ecc.). Gli eventi scatenanti sono già previsti attraverso modelli di dati preesistenti. La condivisione e la coerenza nei modelli informativi contribuiscono a diminuire i tempi e i costi associati alla creazione di informazioni coordinate. Questi modelli contengono tutte le informazioni rilevanti riguardanti i beni immobili, consentendo una memorizzazione centralizzata e digitale di tutti i dati cruciali, fornendo così una base solida per il processo decisionale nel campo della Facility Management.

## 2 Conoscenze di base

### 2.1 Nozioni di base sulla digitalizzazione

È fondamentale condurre una gestione attenta e accurata dei dati. L'archiviazione disorganizzata dei dati raccolti dal progetto conduce a una gestione inefficace e prolunga i tempi di rielaborazione. È pertanto essenziale archiviare sistematicamente i dati e renderli accessibili a tutti i partecipanti al progetto. Una gestione scrupolosa di questi ultimi, compreso il controllo delle versioni, riveste un ruolo cruciale per garantire una comunicazione e un coordinamento efficaci. I modelli digitali dei cespiti, sviluppati mediante la metodologia BIM, hanno la capacità di rappresentare e descrivere tutte le informazioni attraverso oggetti e le componenti. Questo approccio consente l'integrazione di tutti gli aspetti della catena del valore durante l'intero ciclo di vita, prevenendo malintesi e potenziando le basi per un processo decisionale ottimale.

#### **Introduzione del BIM in un'azienda**

L'integrazione strategica del Building Information Modeling (BIM) in un'azienda offre svariati benefici. I modelli informativi digitali hanno la capacità di includere praticamente tutti i dati necessari per la realizzazione e la gestione efficace di un progetto edilizio. Deduzioni e confronti possono essere effettuati in qualsiasi fase del processo. Quando le procedure interne vengono opportunamente digitalizzate, si registra un aumento dell'efficienza, determinando conseguentemente risparmi sui costi, tra cui quelli legati al personale, alla costruzione e alle operazioni. Una digitalizzazione efficace richiede un'analisi approfondita dei processi esistenti e, se necessario, il loro adattamento alle possibilità offerte dagli strumenti digitali.

L'automazione, inoltre, consente di risparmiare fatica. Un controllo sistematico degli errori basato su software riduce la probabilità di trascurare interferenze, mentre le visualizzazioni contribuiscono a una comprensione più rapida e approfondita dei potenziali problemi. La soluzione tempestiva di questioni tra i progettisti è favorita. Un'elevata competenza nel BIM contribuisce altresì a migliorare l'immagine dello studio.

L'adozione del Building Information Modeling (BIM) costituisce una decisione aziendale globale, che richiede lo sviluppo di una strategia BIM completa. Questa strategia incorpora elementi fondamentali riguardanti il valore derivante dall'introduzione di metodi digitali, le applicazioni utilizzate, i concetti di formazione e le definizioni dei processi. La strategia, concepita come un insieme di specifiche, mira a raggiungere vari obiettivi desiderati, come il miglioramento del controllo del progetto, la precisione e la trasparenza dei costi, il rispetto delle scadenze, l'alta qualità del progetto nei limiti di tempi e costi stabiliti, la semplificazione dei processi interni, l'aumento dell'efficienza, il risparmio sui costi e l'ottimizzazione della comunicazione.

È essenziale che la strategia BIM sia allineata agli obiettivi complessivi dell'organizzazione per garantire un investimento ben ponderato. Le azioni intraprese considerano le attuali prestazioni aziendali, gli obiettivi e le altre strategie, attraverso un'analisi del divario tra obiettivi e realtà per individuare le lacune. Gli investimenti necessari in persone, processi, ambiente, dati e tecnologia devono essere sincronizzati con gli obiettivi, garantendo un'allocazione efficiente delle risorse, prima di avviare l'implementazione del BIM. Questa fase di implementazione è un processo strategico che spesso richiede il superamento di vecchie pratiche per lasciare spazio alle nuove metodologie.

### 2.1 Nozioni di base sulla digitalizzazione

L'implementazione del BIM comporta sfide significative. Spesso, inizialmente, si verifica una temporanea riduzione della produttività, a seconda dei requisiti e degli obiettivi iniziali. È fondamentale coinvolgere e formare il personale competente fin dalle prime fasi dell'implementazione, comportando un investimento iniziale maggiore in formazione, attrezzature hardware e software compatibili con il BIM. Inoltre, è necessario stabilire nuovi modelli di contratto e di pagamento, adattare le regole di fatturazione al software BIM e definire i requisiti per le infrastrutture tecniche. Tali investimenti sono verosimilmente destinati a essere ammortizzati nel breve termine.

Conoscere il livello di maturità BIM di un'organizzazione è essenziale per valutare la sua posizione competitiva. Tale maturità è determinata da vari fattori, tra cui processi interni, risorse, prestazioni del personale e infrastruttura IT, nonché finalità strategiche e obiettivi. I livelli variano, con il livello più basso caratterizzato dalla mancanza di una strategia e dall'uso non sistematico di soluzioni software BIM, mentre il livello più alto implica una costante revisione e riallineamento della strategia di implementazione, modelli organizzativi avanzati, utilizzo mirato delle soluzioni software e introduzione proattiva di cambiamenti nei processi.

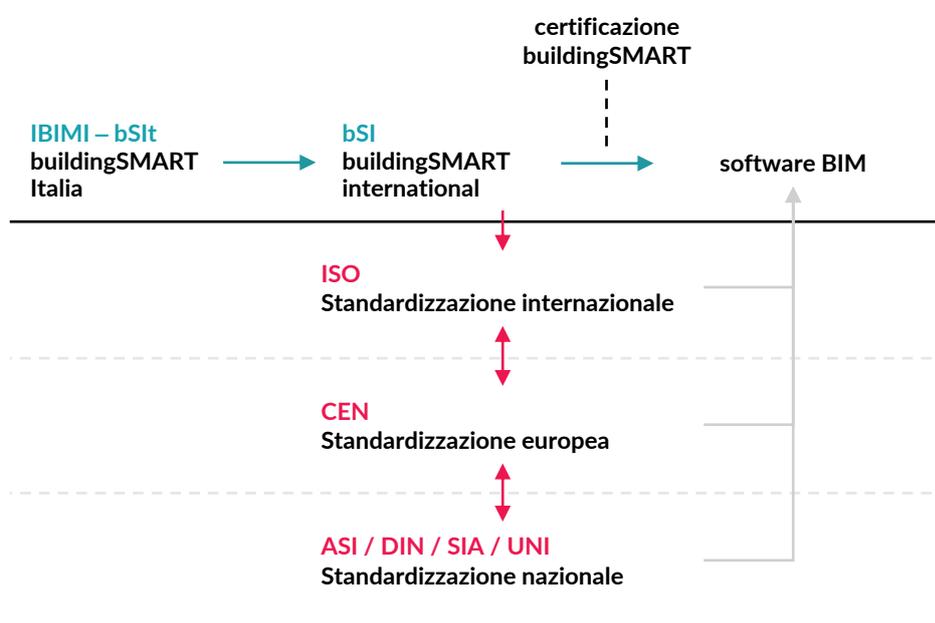
In questo contesto, l'azienda esamina i suoi processi interni, valutando realisticamente le competenze del personale per stabilire uno status quo e definire gli obiettivi BIM con un piano d'azione. L'implementazione del BIM è parallela alla crescente digitalizzazione aziendale, evidenziando l'importanza della sicurezza dei dati. Le misure di protezione includono un piano di sicurezza, crittografia dei dati e una struttura di diritti di accesso costantemente rivista per prevenire accessi non autorizzati, perdita di informazioni e corruzione di dati. La digitalizzazione solleva anche questioni legali, come la responsabilità e i diritti d'autore per il contenuto del modello digitale e l'uso dei dati.

Passi verso la digitalizzazione:

- fare il punto della situazione, esaminare la situazione attuale, identificare le opportunità,
- visione strategica e sviluppo di un piano d'azione,
- selezione degli strumenti,
- addestramento del personale, e
- ottimizzazione e monitoraggio continuo dei progressi.

## 2.2 Standardizzazione internazionale

Oggi nel mondo esistono oltre 6.500 lingue diverse. Lo scambio di informazioni all'interno della stessa lingua (*chiusa*) è più facile che tra lingue diverse (*aperte*). Per poter scambiare informazioni tra le singole lingue senza grandi perdite di informazioni, molti Paesi si sono accordati su uno standard da utilizzare, ad esempio la lingua «inglese». Il metodo openBIM presuppone uno scambio di dati neutro rispetto alla piattaforma. Pertanto, l'implementazione del metodo openBIM richiede standard chiari e aperti, in modo da ridurre al minimo le perdite di informazioni durante lo scambio. In quanto organizzazione indipendente, il bSI sviluppa i propri standard (ad esempio IFC).



**Figura 2.1:** Rapporto tra enti di standardizzazione (incluso buildingSMART)

### 2.2.1 ISO 16739-1 - Industry Foundation Classes (IFC)

Le specifiche orientate agli oggetti di IFC sono state pubblicate per la prima volta nel 1996 come IFC1.0. La versione attuale, IFC4, è stata pubblicata ufficialmente nel marzo 2013 come ISO 16739 ed è in continuo sviluppo (dal 2018: ISO 16739-1). La versione attuale è IFC4.3 TC1. Questa versione include nuovi elementi e opzioni di localizzazione per l'ingegneria civile ed è attualmente l'ultima versione della norma ISO. La certificazione ISO garantisce l'utilizzabilità sostenibile dei dati del modello. La certificazione di un prodotto software non si applica all'intera struttura dei dati IFC, ma a una specifica Model View Definition (MVD).

### 2.2.2 ISO 12006-3 - Quadro di riferimento per le informazioni orientate agli oggetti (per bSDD)

Oltre alla struttura dei dati, bSI sta sviluppando il server di proprietà internazionale bSDD (buildingSMART Data Dictionary), che consente lo scambio internazionale di informazioni sui prodotti. Il bSDD si basa sulla norma ISO 12006-3, che definisce l'IFD. L'IFD (International Framework for Dictionaries) è un quadro di riferimento per la

## 2.2 Standardizzazione internazionale

definizione dei sistemi di classificazione. E il suo principio di base è che tutti i concetti possono avere un nome e una descrizione (indipendentemente dalla lingua). Tuttavia, per l'identificazione e l'uso si utilizza solo un codice identificativo unico. Assegnando etichette in più lingue allo stesso concetto, si crea un dizionario multilingue.

### 2.2.3 Serie ISO 19650 – Gestione informativa tramite BIM

Il titolo della serie di norme ISO 19650 è «*Organizzazione e digitalizzazione delle informazioni relative all'edilizia e alle opere di ingegneria civile, incluso il Building Information Modelling (BIM) – Gestione informativa mediante il Building Information Modelling*». Si compone di 6 parti, con la parte 6 ancora in fase di sviluppo (a gennaio 2024). Fornisce specifiche per termini, concetti e processi che definiscono i servizi BIM e la loro implementazione. Il lavoro collaborativo di tutti i partecipanti al progetto secondo i principi della ISO 19650 migliora la gestione delle informazioni. È necessario utilizzare sempre formati di dati aperti. Questo standard si riferisce al flusso di lavoro della creazione di informazioni in un progetto come ciclo di consegna delle informazioni.

#### ISO 19650-1: Concetti e principi

La prima parte dello standard descrive i termini e i principi della gestione delle informazioni. Nel processo di nomina, ci sono la soggetto proponente (incaricante) e la soggetto incaricato (incaricata). Il primo è solitamente il committente o il proprietario e riceve le informazioni dall'incaricato principale. Il soggetto incaricato è di solito un team di consegna, che può essere composto dal soggetto incaricato principale e da altri soggetti incaricati; può essere costituito da una sola persona o da complessi team di lavoro a più livelli.

Una chiara definizione dei ruoli, delle responsabilità, dell'autorità e della portata di ciascun compito è importante per una gestione efficace delle informazioni. Le responsabilità vengono definite utilizzando una *matrice di responsabilità*. Secondo la norma ISO 19650-1, una matrice di responsabilità è un diagramma che descrive la partecipazione di varie funzioni al completamento di compiti o risultati. Essa definisce quindi le funzioni di gestione delle informazioni (ruoli e compiti), i compiti di gestione delle informazioni del progetto o dell'asset e i deliverable informativi.

Oltre alla matrice delle responsabilità, la pianificazione della distribuzione delle informazioni comprende anche la definizione di una strategia di federazione e la struttura di ripartizione dei contenitori di informazioni. Secondo la norma ISO 19650-1, un *contenitore di informazioni* è un insieme persistente di informazioni con un nome, recuperabile all'interno di una gerarchia di archiviazione di file, sistemi o applicazioni; potrebbe trattarsi, ad esempio, di una sottodirectory, di un file di informazioni (inclusi modello, documento, tabella, programma). Per federazione si intende la creazione di un modello informativo composto a partire da modelli (contenitori di informazioni) separati (specializzati). La ISO 19650-1 richiede che sia specificato nel piano di consegna delle informazioni,

- come le informazioni soddisfino i requisiti definiti nell'AIR o nell'EIR (CI),
- quando verranno fornite le informazioni (fasi del progetto, tappe, date specifiche),
- come e quali informazioni vengono fornite e da chi,
- come vengono coordinate le informazioni provenienti da diversi fornitori e
- chi riceve le informazioni.

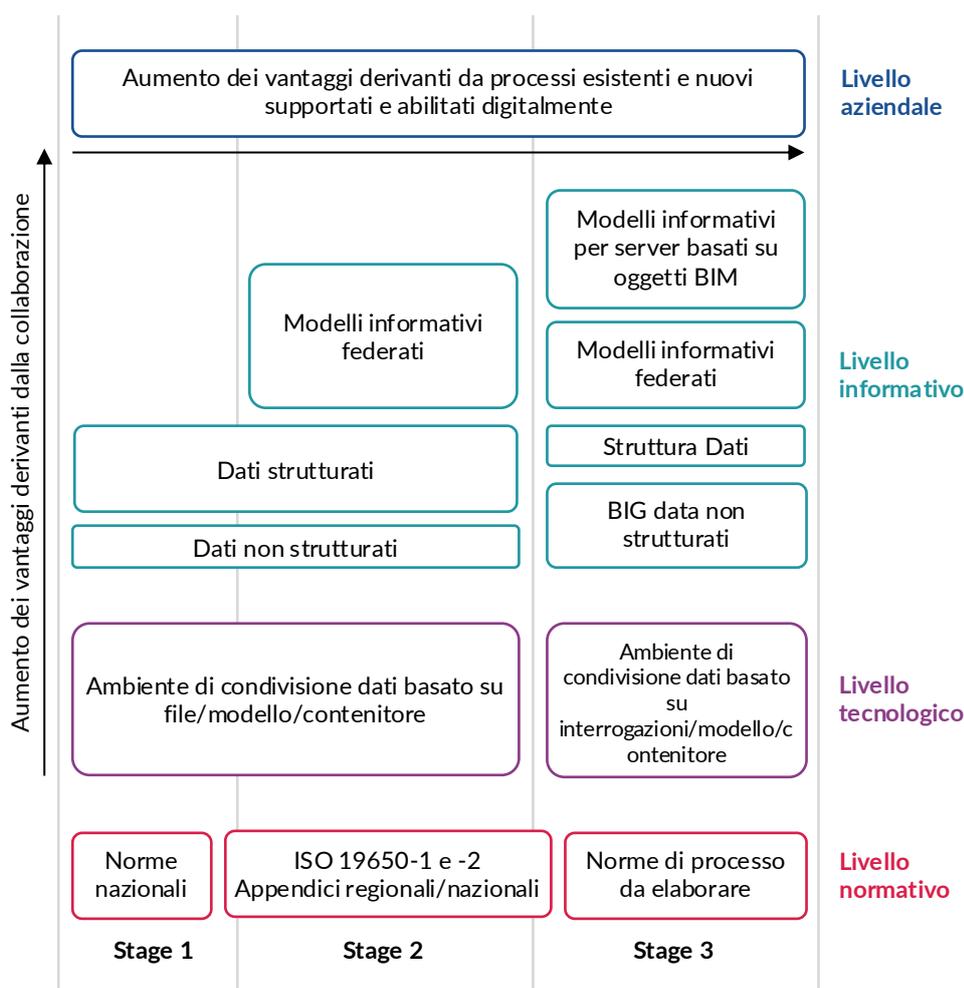
## 2 Conoscenze di base

### 2.2 Standardizzazione internazionale

Nella gestione delle informazioni secondo la ISO 19650, questo standard definisce diversi stadi di maturità (vedi anche la fig. 2.2). Questi stadi di maturità hanno un'influenza su diversi livelli: livello degli standard, livello tecnologico, livello informativo e livello aziendale.

- Stadio 1: combinazione di pianificazione CAD 2D e modelli 3D come standard per la pianificazione dei progetti di costruzione e, soprattutto, utilizzo di standard nazionali.
- Stadio 2: applicazione coerente della norma ISO 19650 (utilizzo di processi di gestione delle informazioni) e degli allegati nazionali e regionali, nonché utilizzo di modelli informativi federati (compilazione di diversi modelli).
- Stadio 3: openBIM come standard per la pianificazione dei progetti di costruzione.

Inoltre, questo standard definisce il concetto del «punto di vista/prospettiva» della gestione delle informazioni. Dal punto di vista del *proprietario dell'asset*, lo scopo dell'asset/progetto deve essere definito e mantenuto. È necessario prendere decisioni strategiche. Ciò include un piano aziendale, un'analisi strategica del portfolio di asset, un'analisi dei costi del ciclo di vita, ecc. È necessario identificare e garantire i veri requisiti degli *utenti dell'asset* (la soluzione strutturale fornisce la qualità e la capacità



**Figura 2.2:** Gestione informativa secondo la ISO 19650 con livelli di maturità (adattata dalla ISO 19650-1)

## 2.2 Standardizzazione internazionale

richieste). A questo scopo servono la descrizione del progetto, il modello informativo dell'asset, il modello informativo del progetto, la documentazione del prodotto, ecc. La prospettiva della consegna del progetto o della *gestione dell'asset* comporta la pianificazione e l'organizzazione del lavoro, la mobilitazione delle risorse, il coordinamento e il controllo dello sviluppo del progetto/asset. Ciò è supportato da piani (ad esempio piani di esecuzione BIM), organigrammi, definizioni di funzioni, ecc. La *prospettiva della società* comprende la garanzia che gli interessi della comunità siano considerati nel ciclo di vita. Ciò include decisioni politiche, piani territoriali, permessi di costruzione, concessioni, ecc.

La ISO 19650 prevede due fasi: La *fase di consegna* copre le fasi di progettazione, costruzione e messa in servizio e utilizza il modello informativo del progetto (PIM). La fase operativa riguarda il periodo in cui l'edificio viene utilizzato, gestito e mantenuto e utilizza il modello informativo degli asset (AIM). Entrambi i *modelli informativi* contengono informazioni geometriche e alfanumeriche, nonché informazioni aggiuntive sui requisiti di prestazione durante la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'edificio (ad esempio, i costi di manutenzione, i programmi di manutenzione), ecc. Secondo la norma ISO 19650, questi modelli informativi contengono quindi contenitori di informazioni strutturate (ad esempio, modelli geometrici, programmi, database) e non strutturate (ad esempio, documentazione, filmati, registrazioni audio). I modelli hanno diversi *requisiti informativi* che si influenzano a vicenda (vedi fig. 2.3). I requisiti informativi definiscono quali informazioni devono essere create, quando, come e per chi.

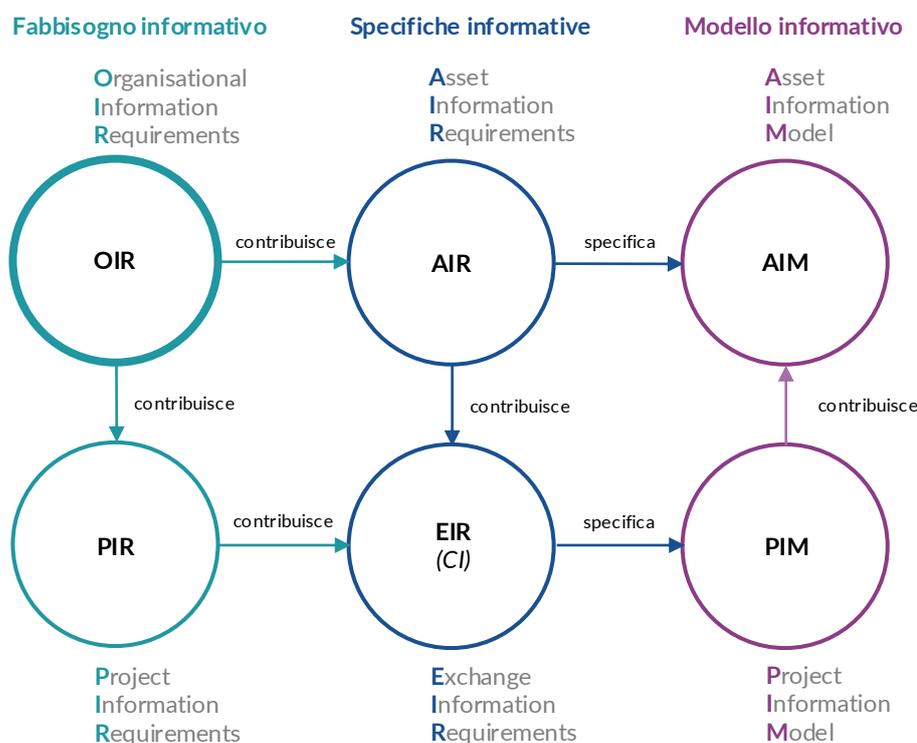


Figura 2.3: Sequenza e dipendenze dei requisiti informativi (adattata dalla ISO 19650-1)

**Requisiti Informativi dell'Organizzazione (Organizational information requirements – OIR)** definiscono le esigenze informative del committente in relazione ai suoi obiettivi organizzativi all'interno dell'azienda. Questi possono derivare da attività aziendali strategiche, gestione strategica degli asset, pianificazione del portfolio, requisiti normativi, ecc. Gli OIR forniscono input sia per i **requisiti informativi del cespite immobile (Asset information requirements – AIR)** sia per i **requisiti informativi della commessa (Project information requirements – PIR)**. Le AIR tengono conto degli aspetti aziendali, commerciali e tecnici della produzione di informazioni relative al funzionamento dell'asset. I PIR si riferiscono ai requisiti nella fase di consegna di un asset. Sono richiesti per rispondere agli obiettivi strategici generali di un particolare progetto. Gli obiettivi generali del progetto del committente costituiscono quindi la base degli obiettivi BIM relativi al progetto. Sia l'AIR che il PIR forniscono input per gli **Exchange Information Requirements (EIR)**. Questi si riferiscono agli aspetti aziendali, commerciali e tecnici della produzione di informazioni sugli asset. L'AIR e il PIR determinano quindi il **contenuto**, la **struttura** e la **metodologia** del AIM e del PIM.

#### **ISO 19650-2: Fase di consegna dei cespiti immobili**

Questa parte ha lo scopo di supportare un soggetto incaricato (come il committente, il proprietario di un bene, ecc.) a stabilire i propri requisiti informativi durante la fase di consegna dei beni.

Per questa fase, il presente standard definisce

- Task Information Delivery Plan (piano generale di consegna delle informazioni del gruppo incaricato – TIDP) come piano di contenitori di informazioni e date di consegna per uno specifico gruppo di lavoro,
- Master information delivery plan (piano generale di consegna delle informazioni – MIDP) come piano contenente tutti i piani di consegna delle informazioni rilevanti per l'attività, e
- Le scadenze di consegna delle informazioni sono eventi pianificati per uno scambio di informazioni predefinito.

#### **ISO 19650-3: Fase gestionale dei cespiti immobili**

Questa parte ha lo scopo di supportare una parte incaricante (come il committente, il proprietario di un bene, ecc.) a stabilire i propri requisiti informativi durante la fase operativa di un bene, cioè durante la gestione del bene e dell'impianto. I processi di gestione delle informazioni definiti possono essere applicati a eventi scatenanti, che possono essere previsti (programmati in anticipo) o imprevisti (non pianificati).

#### **ISO 19650-4: Scambio di informazioni**

Questa parte fornisce il processo e i criteri espliciti per lo scambio di informazioni. L'obiettivo è quello di garantire i benefici derivanti da un BIM collaborativo e interoperabile, scegliendo schemi, formati di dati e convenzioni aperti.

Questa sezione introduce i nuovi termini *fornitore di informazioni*, *destinatario di informazioni* e *recensore di informazioni*. Questi termini sono particolarmente importanti in relazione a un CDE e alla modifica dello stato delle informazioni. Un *revisore delle informazioni* deve controllare le informazioni prima di approvarle allo stato «Condiviso» o successivamente allo stato «Pubblicato». Nel fare ciò, controlla che le informazioni

## 2.2 Standardizzazione internazionale

siano conformi ai requisiti di denominazione (e metadati) della CDE, alla conformità, alla continuità, alla comunicazione (nessuna degradazione o perdita dovuta alla traduzione o alla conversione), alla coerenza e alla completezza.

### **ISO 19650-5: Approccio orientato alla sicurezza per la gestione informativa**

Secondo la sua stessa definizione, questa parte fornisce un quadro di riferimento *per aiutare le organizzazioni a comprendere i principali problemi di vulnerabilità e la natura dei controlli necessari per gestire i rischi di sicurezza risultanti a un livello tollerabile per le parti interessate*. Si tratta di ridurre il rischio di perdita, abuso o modifica di informazioni sensibili. L'obiettivo è creare e coltivare una mentalità e una cultura della sicurezza adeguata e proporzionata in tutte le organizzazioni che hanno accesso a informazioni sensibili, compresa la necessità di monitorare e verificare la conformità.

### **ISO 19650-6: Informazioni sulla salute e sicurezza**

Questa parte è ancora in fase decisionale a partire dal gennaio 2024. Secondo la sua stessa definizione, questa parte descrive *il requisito di identificare, registrare, utilizzare e condividere le informazioni sui rischi per la salute e la sicurezza che possono causare danni a qualsiasi persona coinvolta nell'asset per tutta la sua durata; le informazioni acquisite possono includere qualsiasi rischio per la salute e la sicurezza associato all'ubicazione, all'uso precedente o alle caratteristiche fisiche del cantiere*.

## 2.3 Strumenti

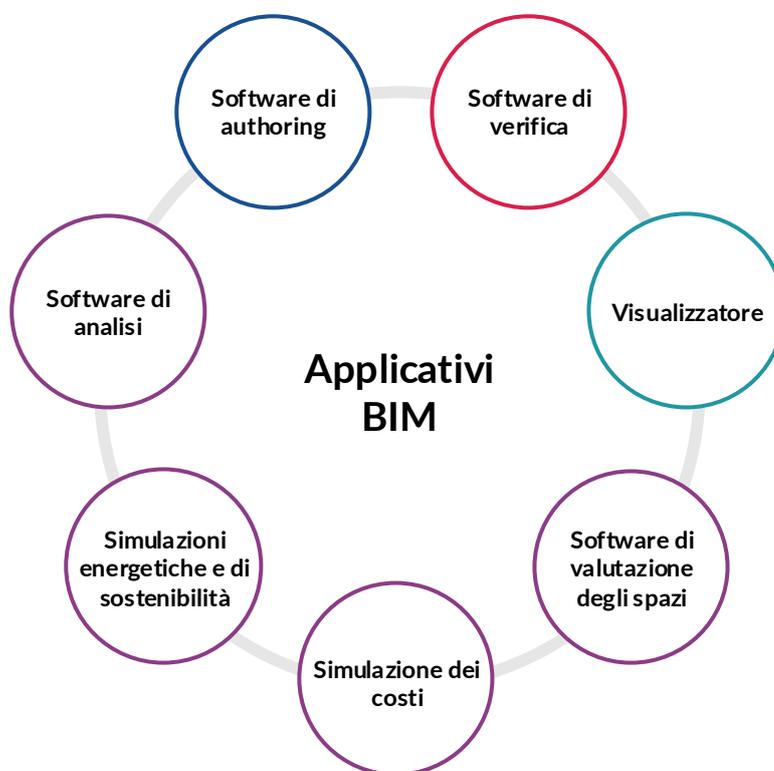
Nel BIM vengono utilizzati diversi prodotti software, i quali in maniera collettiva vengono chiamati strumenti BIM. Questa categoria comprende sia applicazioni BIM che piattaforme di collaborazione (*Common Data Environments* – CDE) e strumenti per l'organizzazione dei dati.

### 2.3.1 Applicazioni BIM

Il termine «applicazioni BIM» si riferisce agli strumenti utilizzati per creare, controllare e valutare i dati del modello. Un applicativo BIM deve soddisfare i requisiti e le funzionalità della metodologia BIM. Se un'applicazione software già in uso soddisfa queste condizioni viene indicato dal suo stato nella certificazione rilasciata da buildingSMART (vedi codice QR).



Nei progetti devono essere utilizzate applicazioni BIM certificate (il cui processo di compliance risulta completato). Se si utilizzano applicazioni BIM non certificate, è necessario verificare i requisiti per garantire che l'applicazione sia adatta. Questi requisiti sono definiti nei documenti di implementazione BIM (EIR e BEP), cfr. [sezione 2.5.2](#). La fig. 2.4 fornisce una panoramica dei diversi tipi di applicazioni BIM.



**Figura 2.4:** Esempi di applicazioni BIM

## 2.3 Strumenti

La principale applicazione software BIM è il **software di authoring**. È qui che il contenuto del modello viene creato in base al progetto, al dominio e all'unità organizzativa BIM.

Il **software di verifica** è un'applicazione software che controlla ma non modifica il contenuto del modello. È l'applicazione più importante per la gestione della qualità.

Un **visualizzatore** è un software che visualizza solo il contenuto dei modelli; non può né controllare né riutilizzare le informazioni del modello.

Le **altre applicazioni software** prendono le informazioni del modello (rilasciate e verificate dal software di controllo) e attingono a questo contenuto per i propri usi, calcoli e valutazioni.

La scelta dell'applicazione software deve essere sempre ben ponderata. Oltre all'idoneità all'uso nel BIM (informazioni che si trovano nella certificazione), si deve considerare l'uso previsto, nonché i costi di acquisizione e manutenzione. È necessario prendere in considerazione le seguenti domande: Il produttore del software fornisce un buon supporto? È disponibile una buona formazione vicino all'ufficio? I requisiti più importanti per le applicazioni software (in particolare per quanto riguarda l'interoperabilità) sono riassunti nella fig. 2.5.



Figura 2.5: Requisiti per le applicazioni BIM

Pertanto, un software BIM deve:

- essere in grado di mappare, derivare e comunicare il contenuto del modello secondo la struttura/interfaccia dei dati IFC (geometrici e alfanumerici),
- essere in grado di stabilire le reciproche dipendenze tra gli elementi del modello (ad esempio, a quale piano appartiene una parete o quali sono le finestre in una parete),
- essere in grado di leggere e mappare le strutture logiche degli impianti (es. impianti MEP),
- estrarre dinamicamente le planimetrie (principalmente in formato PDF e DWG/DXF),
- essere in grado di creare elenchi di valutazione dei contenuti del modello, e
- avere la capacità di integrarsi con tutte le altre applicazioni software e gli strumenti BIM che non appartengono allo stesso gruppo di software.

#### **2.3.2 Piattaforme di collaborazione / Ambiente di Condivisione Dati (ACDat)**

Le piattaforme di collaborazione rappresentano strumenti BIM che forniscono servizi basati sul web per la partecipazione ai progetti, centralizzando la gestione della comunicazione e dello scambio di dati relativi al progetto. Sono specificamente progettate per offrire un ambiente di condivisione dati noto come ACDat o in inglese CDE. Il loro vantaggio principale risiede nella uniformità strutturale nella gestione del progetto, che può estendersi anche tra progetti diversi se necessario.

I CDE sono impiegati per la gestione delle informazioni relative ai progetti e proprietà. Funzionando come ambienti centralizzati per l'archiviazione e lo scambio di tutte le informazioni del progetto con tutti i partecipanti, consolidano le conoscenze del progetto, rendendole facilmente accessibili. Garantiscono un accesso controllato, dipendente dalla persona e dal ruolo specifico, alle informazioni del progetto, ai processi di scambio e allo stato dei documenti, il tutto chiaramente definito. Le modifiche e le revisioni vengono accuratamente registrate, garantendo trasparenza nella comunicazione e migliorando lo scambio di informazioni. Le attività di collaborazione necessarie per la creazione del PIM e dell'AIM si svolgono in modo integrato all'interno dell'CDE.

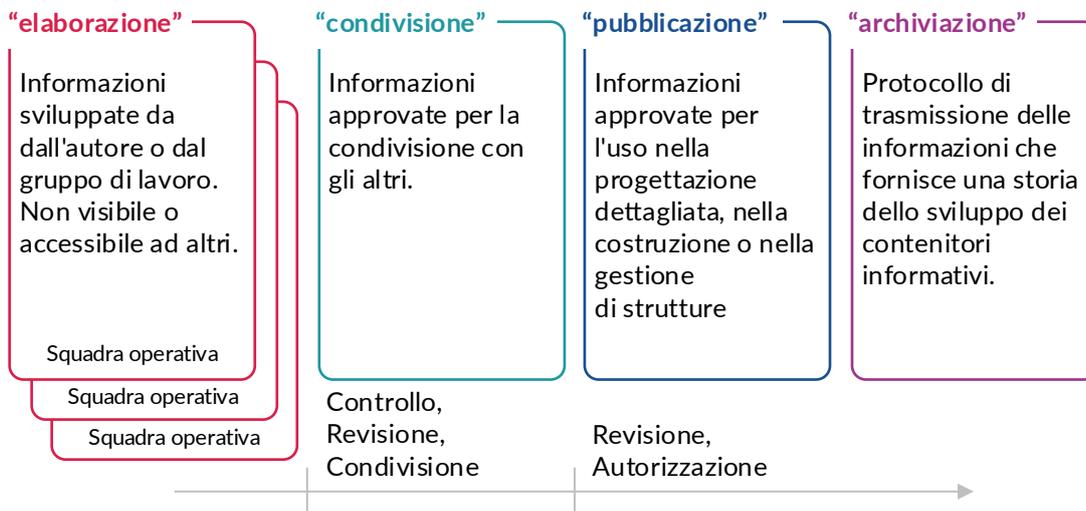
La ISO 19650 descrive il concetto di CDE. Secondo lo standard, un CDE / ACDat deve supportare tre diversi stati del contenitore di informazioni:

- «Work in Progress» – In Lavorazione / elaborazione
- «Shared» – Condiviso
- «Published» – Pubblicato

Inoltre, dovrebbe esserci anche uno stato ulteriore, Archive/Archiviato, che registri tutte le operazioni degli altri contenitori informativi sotto forma di registro (giornale dei contenitori informativi condivisi e pubblicati). Ciò consente lo sviluppo di un modello informativo combinato e collaborativo.

Inoltre, deve essere garantita una sicurezza completa dei dati e gli scambi di informazioni devono essere verificati dalle parti adibite al controllo. Durante il trasferimento delle informazioni, i dati devono essere sottoposti a verifica degli aggiornamenti e degli accessi.

## 2.3 Strumenti



**Figura 2.6:** ACDat: stati dei contenitori informativi secondo la ISO 19650

Esempi di piattaforme di collaborazione tipiche attualmente utilizzate nei progetti per la collaborazione di livello superiore sono Aconex di Oracle e Conclude CDE e tpCDE di Thinkproject. Per la collaborazione all'interno di una disciplina, a volte si utilizzano piattaforme di collaborazione integrate, come Autodesk Construction Cloud.

### 2.3.3 Applicativi per la struttura dei dati

Gli strumenti di organizzazione dei dati rappresentano un'altra categoria di strumenti BIM. Si tratta di servizi basati sul web dedicati alla creazione e modifica di singole strutture di dati, nonché dei relativi livelli di dettaglio. Questi strumenti offrono una moderazione centralizzata e una distribuzione integrata su diversi canali, come le applicazioni BIM e i manuali BIM, riducendo al minimo gli sforzi di adattamento individuali. L'utilizzo di questo tipo di strumenti supporta la definizione del EIR e facilita la creazione di guide BIM specifiche per il progetto così da consentire di estrarre direttamente le regole di controllo per il software di verifica BIM, migliorando la gestione e il controllo della qualità dei modelli prodotti.

Un tipico esempio di strumento per la struttura dei dati è BIM-Q di AEC3 GmbH oppure usBIM di ACCA Software. Questa applicazione web consente

- la creazione di strutture dati individuali e l'affidamento dei contenuti a diverse fasi del progetto o casi d'uso,
- la strutturazione di mappature associate di strutture dati esterne (ad esempio, IFC2x3, IFC4, IFC4.1),
- la creazione di mappature corrispondenti di strutture di dati specifiche del programma (ad esempio, Allplan, Archicad, ProVi, Revit, Vectorworks) e l'output dei rispettivi file di configurazione,
- l'esportazione/importazione di tutti i contenuti del database in file XLS per l'ulteriore elaborazione in programmi di editing di tabelle,
- la creazione automatica di documenti che descrivono le specifiche della struttura dei dati (allegato LOI dell'Exchange Information Requirements – EIR), e

## 2 Conoscenze di base

### 2.3 Strumenti

- la creazione automatica di basi per le routine di controllo del modello nei software di verifica BIM.

The screenshot shows the BIMQ software interface for a project named 'Forschungsprojekt metaTGA'. The main window displays a table with columns for 'Fachmodell', 'Code', 'Beschreibung', 'Typ', 'Einheiten', 'de', 'en', 'Revit', and several project-specific columns: 'IFC 4 Add2', 'LPH.6-AF\_HKLS', 'LPH.7-AF\_HKLS', and 'LPH.8-AF\_HKLS'. The table lists various HVAC components and their properties across different project phases. The interface includes a navigation bar at the top with options like 'Projektstrichtlinien', 'Übersicht', 'Projektkomponenten', 'Modellkomponenten', 'Konfiguration', 'Anforderungen', and 'Dokumentation'. Below the table, there is a footer with the text 'AEC3 Deutschland GmbH ©2013-2020, BIMQ Version 2.3 - 2020-12-10'.

Fachmodell	Code	Beschreibung	Typ	Einheiten	de	en	Revit	IFC 4 Add2	LPH.6-AF_HKLS	LPH.7-AF_HKLS	LPH.8-AF_HKLS
metaTGA Anforderungsmodell	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
metaTGA Heizung	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
metaTGA Heizung Abgabe	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
metaTGA Heizung Erzeugung	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
metaTGA Heizung Verteilung	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
metaTGA Lüftung	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
Abzweigung	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	duct junction	Duct Fittings	IfcDuctFitting.*	-	-	-
Bogen	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	duct bend	Duct Fittings	IfcDuctFitting.*	-	-	-
Brandschutzklappe	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	fire damper	Duct Accessories	IfcDamper.*	-	-	-
Deflektorhaube	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	Deflektorhaube	deflector	Air Terminals	IfcAirTerminal.*	-	-	-
Drallaussaug	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	Drallaussaug	twist outlet	Air Terminals	IfcAirTerminal.*	-	-	-
Flaschenschlauch	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	flexible air duct	Duct Fittings	IfcDuctSegment.*	-	-	-
Heizregister	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	water heating coil	Duct Accessories	IfcCoil.*	-	-	-
Jalousieklappe	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	-	Duct Accessories	-	-	-	-
Luftfilter	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	-	Duct Accessories	-	-	-	-
Luftkanal	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	rigid air duct	Duct Fittings	IfcDuctSegment.*	-	-	-
Mset_Allgemein_IFC_mel	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Allgemein_IFC_metaTGA	-	-	x	x
Mset_Allgemein_metaTGA	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Allgemein_metaTGA	-	-	-	x
AKS Nummer	-	Eigenschaft	Identifizier	-	-	-	AKS Nummer	-	-	-	-
Anlagennummer	-	Eigenschaft	Identifizier	-	-	-	Anlagennummer	-	-	-	-
CE Label	-	Eigenschaft	Identifizier	-	-	-	CE Label	-	-	-	x
Konformitätserklärung	-	Eigenschaft	Text	-	-	-	Konformitätserklärung	-	-	-	x
Oberflächenbeschaffenheit	-	Eigenschaft	Label	-	-	-	Oberflächenbeschaffenheit	-	-	-	-
Prüfzertifikate	-	Eigenschaft	Text	-	-	-	Prüfzertifikate	-	-	-	x
Raumnummer	-	Eigenschaft	Identifizier	-	-	-	Raumnummer	-	-	-	-
Service Intervall	-	Eigenschaft	Time Measure.d	-	-	-	Service Intervall	-	-	-	x
Service Tätigkeit	-	Eigenschaft	Label	-	-	-	Service Tätigkeit	-	-	-	x
Service Tätigkeit detailliert	-	Eigenschaft	Text	-	-	-	Service Tätigkeit detaillierte Beschreibung	-	-	-	x
Wartungsintervall	-	Eigenschaft	Time Measure.d	-	-	-	Wartungsintervall	-	-	-	x
Wartungstätigkeiten	-	Eigenschaft	Label	-	-	-	Wartungstätigkeiten	-	-	-	x
Mset_Komponenten_alle	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Komponenten_alle_IFC_metaTGA	-	-	-	-
Mset_Komponenten_alle	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Komponente_alle_metaTGA	-	-	-	-
Mset_Luftkanal_metaTGA	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Luftkanal_metaTGA	-	-	-	-
Mset_Lüftung_IFC_metaTGA	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Lüftung_IFC_metaTGA	-	-	-	-
Mset_Lüftung_Verteilung	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Lüftung_Verteilung_IFC_metaTGA	-	-	-	-
Mset_Lüftung_Verteilung	-	Gruppe	-	-	-	-	Mset_Lüftung_Verteilung_metaTGA	-	-	-	-
Lüftungsanlage	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	air handling unit	Mechanical Equipment	IfcUnitaryEquipment.*	-	-	-
Lüftungsgitter	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	-	Air Terminals	-	-	-	-
Muffe	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	duct connector	Duct Accessories	IfcDuctFitting.*	-	-	-
Rohrschalldämpfer	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	duct silencer round	Duct Accessories	IfcDuctSilencer.*	-	-	-
Rotationswärmetauscher	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	-	Mechanical Equipment	-	-	-	-
Tellerventil	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	Tellerventil	ventilation valve	Air Terminals	IfcAirTerminal.*	-	-	-
Übergang	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	duct transition	Duct Fittings	IfcDuctFitting.*	-	-	-
Ventilator	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	-	Mechanical Equipment	-	-	-	-
Volumenströmungsregler	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	volume flow controller	Duct Accessories	IfcDamper.*	-	-	-
Wetterschutzgitter	-	nicht-abstrakte Klasse	Element	-	-	wetherproof grille	Air Terminals	IfcAirTerminal.*	-	-	-
metaTGA Lüftung Abgabe	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
metaTGA Lüftung Erzeugung	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-
metaTGA Lüftung Verteilung	-	-	Modell	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 2.7: Esempio di uno strumento per la strutturazione dei dati (screenshot da BIMQ)

## 2.4 Basi tecniche dell'openBIM

## 2.4 Basi tecniche dell'openBIM

Questa sezione introduce l'openBIM in termini di quali formati dati vengono utilizzati, servizi disponibili e metodologie associate. Sono inclusi la struttura dei dati IFC, la piattaforma bSDD, la metodologia IDM, MVD, IDS, la certificazione del software, il Servizio di Validazione buildingSMART, i commenti BCF e i *DataSheet*.

## 2.4.1 Schema dati IFC

IFC è l'acronimo di Industry Foundation Classes, è un formato di dati aperto basato sullo schema di dati, con lo STEP physical file (SPF, Standard for the Exchange of Product Model Data); un altro formato dati associato è XML. Dal 1995, buildingSMART International ha sviluppato IFC come parte dello standard openBIM; a partire dal 2013, con la pubblicazione di IFC4, IFC è diventato uno standard ISO ufficiale con la norma ISO 16739 ed è soggetto a regolari aggiornamenti secondo tale standard. buildingSMART raccomanda l'utilizzo di IFC anche per il riferimento e l'archiviazione dei modelli.

## IFC Specifications Database

Official releases of the IFC specification are listed here, as well as their components including HTML, EXPRESS, XSD/XML, and OWL documentation and formats.

Release Notes and Errata for all versions can be found [here](#).

IFC is licensed under the Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

Search:

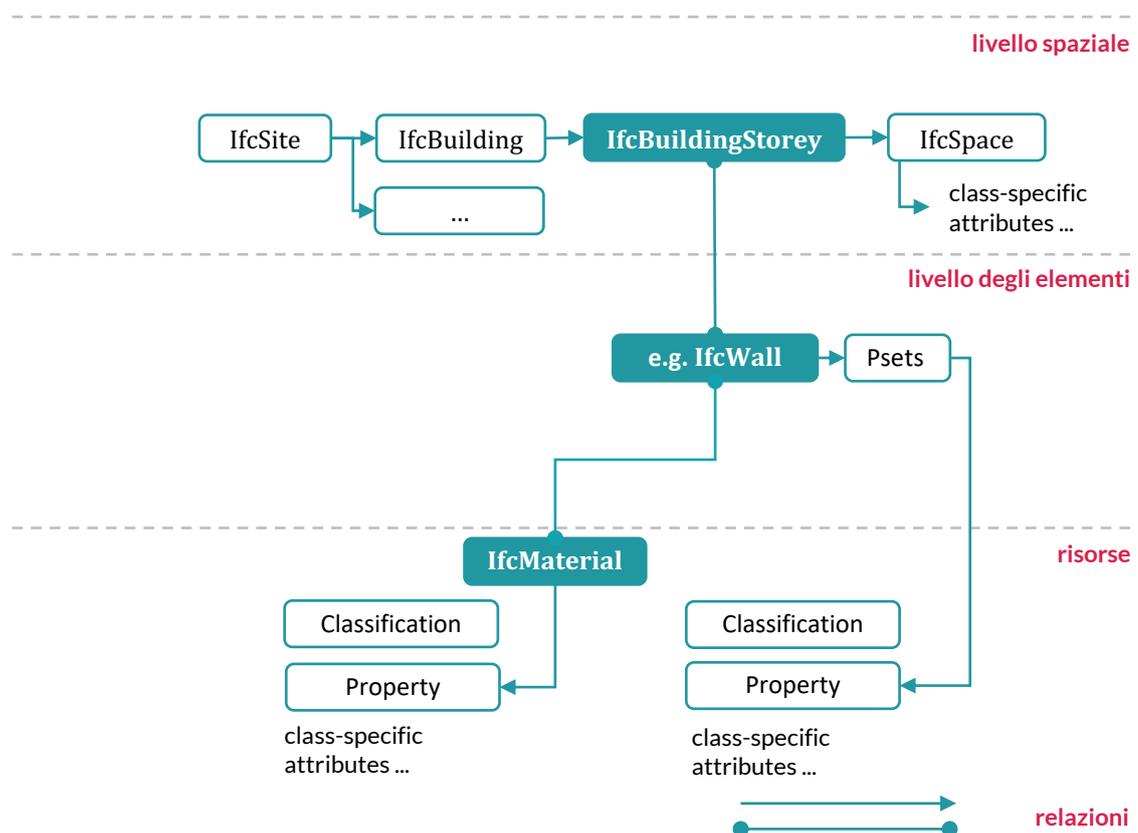
Version	Name (HTML Documentation)	ISO publication	Published (yyyy-mm)	Current Status	Full package	EXPRESS	XSD	pSet XSD	OWL HTML	RDF	TTL
4.4-dev	IFC 4.4.x development	not started		Extension of 4.3. Adding additional functionality (mainly for Tunnels).  Currently under development in the Standards & Solutions program							
4.3.2.0	<a href="#">IFC 4.3 ADD2</a>	Official final buildingSMART standard. Basis for IFC Software Certification.	2023-09	ISO approved. Expected to be published by ISO in April 2024.	ZIP	EXP	XSD	ZIP			
4.2.0.0	<a href="#">IFC4.2</a>	-	2019-04	Withdrawn	ZIP	EXP	<a href="#">IFC4x2.xsd</a>	-			
4.1.0.0	<a href="#">IFC4.1</a>	-	2018-06	Withdrawn	ZIP	EXP	<a href="#">IFC4x1.xsd</a>	-	<a href="#">ifcOWL IFC4.1</a>	RDF	TTL
4.0.2.1	<a href="#">IFC4 ADD2 TC1</a>	ISO 16739-1:2018	2017-10	Official	ZIP	EXP	<a href="#">IFC4.xsd</a>	-	<a href="#">ifcOWL IFC4 ADD2 TC1</a>	RDF	TTL
4.0.2.0	<a href="#">IFC4 ADD2</a>	-	2016-07	Retired	ZIP	EXP	<a href="#">IFC4_ADD2.xsd</a>	-	<a href="#">ifcOWL IFC4 ADD2</a>	RDF	TTL
4.0.1.0	<a href="#">IFC4 ADD1</a>	-	2015-06	Retired	ZIP	EXP	<a href="#">IFC4_ADD1.xsd</a>	-	<a href="#">ifcOWL IFC4 ADD1</a>	RDF	TTL
4.0.0.0	<a href="#">IFC4</a>	ISO 16739:2013	2013-02	Retired	ZIP	EXP	<a href="#">ifcXML4.xsd</a>	<a href="#">PSD_IFC4.xsd</a>	<a href="#">ifcOWL IFC4</a>	RDF	TTL
2.3.0.1	<a href="#">IFC2x3 TC1</a>	ISO/PAS 16739:2005	2007-07	Official	ZIP	EXP	<a href="#">IFC2X3.xsd</a>	<a href="#">PSD_R2x3.xsl</a>	<a href="#">ifcOWL IFC2x3 TC1</a>	RDF	TTL
2.3.0.0	<a href="#">IFC2x3</a>	-	2005-12	Retired	ZIP	EXP	-	-	<a href="#">ifcOWL IFC2x3</a>	RDF	TTL

Figura 2.8: Database delle specifiche IFC di buildingSMART (aggiornata a Gennaio 2024)



Con l'attuale versione IFC4.3, tutti i principali settori dell'edilizia possono essere mappati nella struttura dati compresa l'integrazione delle aree infrastrutturali, come strade, ferrovie e ponti, insieme al relativo allineamento (*IfcAlignment*). IFC assicura il trasferimento vendor-neutral delle informazioni dei cespiti rispetto ai fornitori di software. Per questa ragione, tutti gli standard BIM nazionali noti fanno riferimento a IFC; la fig. 2.8 mostra diverse versioni.

Il contenuto del file IFC è costituito da varie classi con attributi, che consentono di descrivere semanticamente gli edifici. Queste possono essere suddivise in diversi gruppi. Per garantire una descrizione chiara e comprensibile, in questo *Manuale BIMcert* il contenuto del file IFC è suddiviso in cinque categorie (cfr. fig. 3.17). Le categorie principali sono (cfr. fig. 2.9): livello spaziale, livello degli elementi e risorse (materiali e proprietà).



**Figura 2.9:** Struttura IFC (illustrazione semplificata, per maggiori dettagli vd. fig. 3.17)

Il livello spaziale definisce la struttura di un edificio all'interno di IFC, esplicita le informazioni relative alla localizzazione del cespito, le costruzioni che ne fanno parte, i piani e le relative stanze all'interno.

Gli edifici sono rappresentati da elementi (sottoclassi di *IfcElement*): ad esempio, pareti, soffitti, colonne, porte o finestre e ad ogni elemento (istanza di elemento) che lo compone viene assegnato un identificatore unico (GUID) generato dalle applicazioni BIM. Ogni elemento è ottimizzato per mappare la sua area funzionale e a tal fine ognuno di essi è dotato di un insieme standardizzato di proprietà di base per descrivere le

## 2.4 Basi tecniche dell'openBIM

caratteristiche più rilevanti e la loro geometria tipica. Le proprietà sono organizzate in gruppi (chiamati Pset = set di proprietà) e ogni classe di elementi ha un Pset tipico contenente le proprietà più importanti. Questo insieme di proprietà è denominato con il suffisso «Common», ad esempio Pset\_WallCommon o Pset\_DoorCommon. I Pset possono essere assegnati anche a più classi di elementi contemporaneamente, ad esempio Pset\_Warranty. Tutti gli elementi funzionali sono associati a piani e quindi sono anche associati a un edificio. Oltre alla struttura spaziale, agli elementi e alle proprietà (Property / Property Set), la struttura dei dati IFC contiene anche *informazioni sui materiali* per poter dichiarare le relative proprietà.

## 2.4.2 Piattaforma bSDD

bSDD è l'abbreviazione di BuildingSMART Data Dictionary. Si tratta di un servizio basato sul Web per la creazione e l'utilizzo di dizionari di dati. Un dizionario di dati è una raccolta di definizioni di termini e di relazioni tra di essi. Può essere utilizzato per definire gli oggetti e i loro attributi, i valori consentiti, i materiali, ecc. Le relazioni tra i singoli termini consentono di creare sistemi di classificazione individuali, ontologie, strutture di dati, ecc. Ad esempio, buildingSMART pubblica lo schema dei dati IFC come dizionario di dati in bSDD. Esso contiene le classi IFC, le proprietà standardizzate e gli insiemi di proprietà, nonché la gerarchia e le relazioni tra le definizioni dei singoli termini (cfr. fig. 2.10).



Il bSDD funge da piattaforma centrale e pubblicamente accessibile per i dizionari di dati. In questo modo è possibile collegare i contenuti di diversi dizionari di dati. Di conseguenza, i partner del progetto che lavorano con sistemi di classificazione diversi possono facilmente tradurre i termini nell'altro sistema e migliorare la collaborazione. Inoltre, il riferimento ai termini esistenti consente un'interpretazione coerente e trasparente dei dati ed evita la duplicazione dei termini. Anche la capacità di organizzare il multilinguismo è considerata un vantaggio di bSDD.



Class Property Set

Pset\_WallCommon

URI

[https://identifier.buildingsmart.org/uri/buildingsmart/ifc/4.3/class/IfcWall/prop/Pset\\_WallCommon](https://identifier.buildingsmart.org/uri/buildingsmart/ifc/4.3/class/IfcWall/prop/Pset_WallCommon)

Class

IfcWall

### Class properties

AcousticRating

Acoustic rating for this object. It is provided according to the national building code. It indicates the sound transmission resistance of this object by an index ratio (instead of providing full sound absorption values).

Combustible

Indication whether the object is made from combustible material (TRUE) or not (FALSE).

Compartmentation

Indication whether the object is designed to serve as a fire compartmentation (TRUE) or not (FALSE).

ExtendToStructure

Indicates whether the object extend to the structure above (TRUE) or not (FALSE).

FireRating

Fire rating for this object. It is given according to the national fire safety classification.

IsExternal

Indication whether the element is designed for use in the exterior (TRUE) or not (FALSE). If (TRUE) it is an external element and faces the outside of the building.

LoadBearing

Indicates whether the object is intended to carry loads (TRUE) or not (FALSE).

Figura 2.10: Proprietà standardizzate del property set Pset\_WallCommon nel bSDD

Oltre a pubblicare i dati, il bSDD è una fonte per l'elaborazione automatica dei dati. I produttori possono integrare il bSDD nel loro software e accedere ai dati. Ciò consente di arricchire i modelli con le informazioni del bSDD. Ad esempio, se a una parete viene assegnata anche una classe individuale dal bSDD, le proprietà e i valori consentiti di tale classe possono essere trasferiti automaticamente.

Qualsiasi contenuto memorizzato nel bSDD è di proprietà della persona/istituzione che lo ha creato (dichiarato). Altre persone/istituzioni possono aggiungere le loro rispettive traduzioni a tale dichiarazione. Il bSDD non è uno standard, ma è di proprietà di buildingSMART. Si basa sullo standard aperto IFD (International Framework for Dictionaries) della norma ISO 12006-3.



Un esempio italiano di contenuto pubblicato nel bSDD all'inizio del 2024 è il dizionario «Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme di incendio» (vedere il codice QR). Tutte le definizioni e le proprietà per la descrizione dell'impianto IRAI sono disponibili sia per la lettura umana che automatica.

#### 2.4.3 Metodologia IDM

Lo scambio di modelli e informazioni sui modelli tra unità organizzative richiede descrizioni, terminologia e interfacce tecnicamente ben definite. La metodologia IDM (Information Delivery Manual) supporta la descrizione dei requisiti informativi in relazione ai processi del ciclo di vita (casi d'uso). L'IDM è stato sviluppato da buildingSMART e certificato come standard ISO (ISO 29481-1 e -2). Questi standard armonizzano la creazione e la strutturazione dei casi d'uso.



Gli IDM vengono creati utilizzando BPMN. buildingSMART fornisce modelli per la creazione di IDM (vedere il codice QR).



Gli stakeholder lungo la catena del valore di un bene utilizzano gli IDM per descrivere le loro esigenze informative. È necessario rispondere alle seguenti domande:

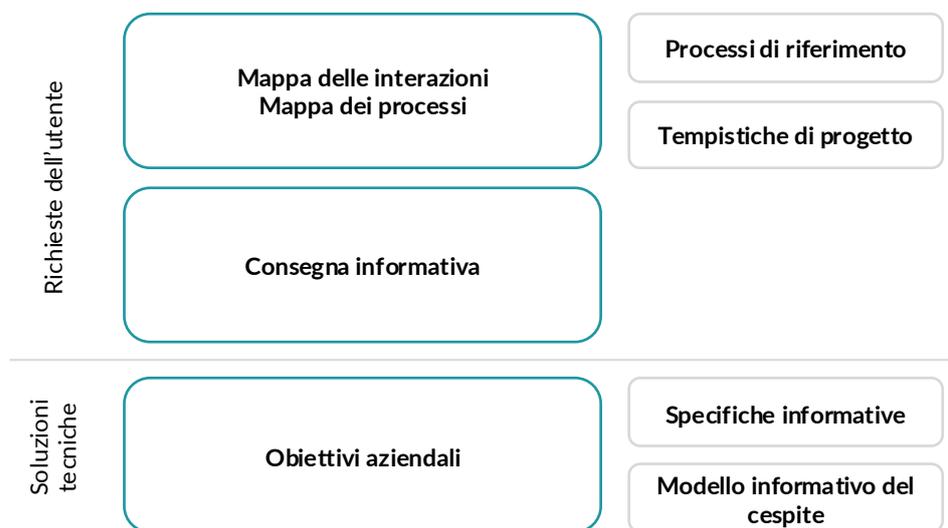
- Chi sono le parti interessate e quali sono i loro interessi?
- Quali informazioni sul modello sono necessarie?
- Quali input aggiuntivi sono necessari?
- Cosa fornisce l'originatore e cosa richiede il destinatario?

Il risultato è un documento composto da una mappa delle interazioni/ transazioni e/o da un diagramma dei processi e dai requisiti di scambio delle informazioni EIR. La mappa delle interazioni definisce i ruoli coinvolti e le loro transazioni. Il diagramma di processo aggiunge una sequenza cronologica delle attività. Secondo la norma ISO 29481-1, ogni componente IDM (mappa di interazione, diagramma di processo, requisiti di scambio di informazioni) richiede dati amministrativi (dati di intestazione) e una breve descrizione del contenuto, del caso d'uso, dell'obiettivo e dello scopo del componente.

Un IDM definisce quindi l'ambito e il tipo di requisiti informativi che devono essere richiesti o forniti da specifiche funzioni (ruoli) in un momento specifico (processo) (requisiti di scambio). La descrizione di uno scambio efficiente sotto forma di IDM è molto importante, poiché i dati rilevanti trasmessi devono essere comunicati in modo tale che anche il software ricevente possa interpretarli correttamente.

## 2.4 Basi tecniche dell'openBIM

La ISO 29481-2 definisce le zone IDM dal punto di vista dei requisiti dell'utente e della soluzione tecnica (cfr. fig. 2.11). Nell'interazione dei singoli standard ISO e buildingSMART, l'IDM è responsabile della corretta descrizione dei processi definiti per una MVD o IDS utilizzando il bSDD e rendendoli quindi applicabili.



**Figura 2.11:** Zone IDM dal punto di vista dei requisiti dell'utente e della soluzione tecnica

## 2.4.4 Piattaforma UCM

UCM (*Use Case Management*) è una piattaforma buildingSMART per la fornitura pubblica di casi d'uso, dei loro processi e dei requisiti sviluppati secondo la metodologia IDM. Mostra le migliori pratiche dei casi d'uso che possono essere adottate da altri utenti nei loro progetti. Gli utenti beneficiano di processi e requisiti che sono già stati sviluppati e che si sono dimostrati nella pratica per un dominio specifico.



Oltre a una descrizione generale, le voci dell'UCM secondo l'IDM contengono una mappa del processo e una descrizione del processo, nonché i requisiti informativi (ad esempio, le proprietà richieste). Ciò significa che tutti i casi d'uso inclusi utilizzano una struttura standardizzata e un linguaggio comune, indipendentemente dalla fase per cui un caso d'uso è stato sviluppato. I requisiti informativi definiti costituiscono la base per la traduzione in requisiti tecnici specifici per i modelli BIM. A seconda del tipo di requisito, questi possono essere formulati come MVD o IDS.



## 2.4.5 Concetto MVD

I processi e le informazioni definiti in un IDM sono tradotti in requisiti tecnici precisi (interpretabili dalla macchina) nei cosiddetti MVD (Model View Definition). Essi rappresentano un sottoinsieme dell'intero schema IFC relativo ai processi. Lo schema IFC definisce classi per un'ampia varietà di oggetti e concetti dell'industria edilizia, necessari per diversi casi d'uso. Un caso d'uso classico è il coordinamento della progettazione tra i domini dell'architettura, dell'ingegneria strutturale e dei servizi edili (MEP). Questo coordinamento richiede classi per gli oggetti di tutti e tre i domini (ad esempio, muri, colonne, tubi). Le classi per descrivere le azioni sulla struttura non sono necessarie.

Inoltre, IFC offre diverse opzioni (classi) per la mappatura della geometria, ad esempio solo come superficie o in base alla creazione (estrusione di un profilo). Per i software di coordinamento della progettazione, le informazioni sulla superficie di un oggetto sono sufficienti. Gli MVD possono definire tali restrizioni. Descrivono uno scambio di dati per un'applicazione o un flusso di lavoro specifico (requisiti di scambio dati specifici per l'applicazione) e specificano i requisiti del software.

Le MVD possono essere

- come quasi l'intero schema (ad esempio, per l'archiviazione di un progetto) oppure
- specifici come alcuni tipi di oggetti e dati associati (ad esempio, per la determinazione dei prezzi di un sistema di facciate).

Forniscono una guida per tutte le espressioni IFC (entity, relazioni, attributi e proprietà, set di proprietà, definizioni di set, ecc.)

Una MVD può definire una vista specifica dell'applicazione per ogni ingegnere di progetto e, quindi, specificare un sottoinsieme o una vista filtrata dell'IFC (ad esempio, un elemento o un insieme di dati limitato). Questo definisce «cosa» e «come» deve essere passato. Come l'IFC in XML, una MVD è leggibile da mvdXML.

La documentazione di una MVD consente di ripetere lo scambio di questi dati e fornisce coerenza e prevedibilità tra diversi progetti e piattaforme software. Poiché MVD richiede anche l'implementazione di diversi software, i committenti non dovrebbero sviluppare MVD proprie, ma fare riferimento alle MVD ufficiali da utilizzare nei progetti. I documenti di implementazione BIM (EIR e BEP) fanno riferimento alle MVD nei formati di dati da utilizzare e nelle specifiche di configurazione del trasferimento. Le MVD più comuni sono:

**IFC2x3 – Coordination View CV2.0:** Componenti spaziali e fisici per il coordinamento della progettazione tra i domini dell'architettura, dell'ingegneria strutturale (analisi strutturale) e dei servizi dell'edificio (MEP, consegna FM).

**IFC4 – Reference View RV:** Rappresentazione geometrica e relazionale semplificata di componenti spaziali e fisici per il riferimento alle informazioni del modello per il coordinamento della progettazione tra i domini dell'architettura, dell'ingegneria strutturale e dei servizi per l'edilizia.

**IFC4 – Design Transfer View DTV:** Rappresentazione geometrica e relazionale avanzata di componenti spaziali e fisici per consentire il trasferimento delle informazioni del modello da uno strumento all'altro. Non si tratta di un trasferimento «avanti e indietro», ma di un più accurato trasferimento unidirezionale di dati e responsabilità.

La MVD, in interazione con gli altri standard ISO e buildingSMART, consente di applicare le specifiche di processo di un IDM utilizzando sottoinsiemi della struttura dati IFC per trasportare i dati richiesti utilizzando il bSDD.



#### 2.4.6 Formati IDS

Un'altra opzione per la specifica tecnica dei requisiti informativi a partire dai casi d'uso è l'IDS (Information Delivery Specification). IDS è un nuovo standard di buildingSMART per la definizione interpretabile dal computer dei requisiti di scambio informativi **EIR**.

## 2.4 Basi tecniche dell'openBIM

La differenza rispetto alla MVD è che l'IDS si concentra sui requisiti alfanumerici. Un MVD svolge principalmente un ruolo nello sviluppo del software per garantire che le classi richieste possano essere elaborate nel software, ad esempio per l'elaborazione della geometria, la struttura spaziale o l'assegnazione delle proprietà. Per le proprietà alfanumeriche, la MVD deve quindi definire che le proprietà possono essere create e assegnate. Tuttavia, l'IDS può specificare quali proprietà con quale contenuto (valori e unità) devono essere assegnate a quali oggetti in un progetto. È quindi perfettamente adatto a definire il contenuto informativo alfanumerico (Level of Information - LOI) di un progetto.

Tradizionalmente, il LOI viene spesso fornito in fogli di calcolo Excel e file PDF. Con IDS, ora esiste un formato standardizzato e interpretabile dal computer per integrare queste informazioni nel processo BIM automatizzato. Questo può essere fatto in due modi:

- come file di configurazione per il software di authoring per creare automaticamente la struttura informativa richiesta, e
- come file di configurazione per il software di controllo per compilare automaticamente le regole.

In questo modo si chiude il ciclo di informazioni tra la definizione e la verifica del contenuto del modello.

IDS offre anche nuovi modi per definire con maggiore precisione i requisiti del modello. In precedenza, le informazioni alfanumeriche venivano solitamente specificate a livello di classe (ad esempio, le proprietà richieste per *IfcWall*). Con IDS, i requisiti possono anche dipendere da attributi, proprietà, classi esterne, relazioni e materiali specifici. Ad esempio, una proprietà di qualità del calcestruzzo è richiesta solo se il materiale di un oggetto è il calcestruzzo. Oppure i valori di resistenza al fuoco di una parete possono iniziare con «R» solo se è portante (ad es. REI90). Ciò corrisponde a un filtraggio specifico degli elementi interessati e consente agli utenti di definire con maggiore precisione i propri requisiti.

Tecnicamente, l'IDS è un file XML con uno schema specificato da buildingSMART. Questo schema aperto e semplice consente a IDS di essere facilmente interpretato da computer ed esseri umani. Aiuta a definire con precisione i requisiti informativi e, in combinazione con gli altri standard buildingSMART (bSDD e UCM), garantisce univocità e chiarezza.

### 2.4.7 Servizi di certificazione software e convalida IFC

Gli IFC sono integrati in tutte le applicazioni BIM più comuni. La certificazione del software da parte di buildingSMART International garantisce costantemente una qualità elevata di trasferimento ed è attualmente in fase di modifica. La certificazione viene eseguita per le Model View Definitions (implementazioni tecniche dei casi d'uso) definite ufficialmente da buildingSMART. L'approccio alla certificazione, basata sulle MVD, è un servizio a pagamento fornito da buildingSMART che può essere utilizzato dai fornitori di software; essa garantisce che il software certificato sia in grado di creare ed elaborare file IFC secondo questi casi d'uso molto generali.





Un nuovo modo, pubblicamente disponibile, per verificare la qualità dei file IFC di qualsiasi software è il Servizio di Validazione buildingSMART. I file IFC possono essere caricati su questa piattaforma per verificarne la forma. Innanzitutto, il Servizio di Validazione verifica che un file IFC sia conforme allo standard stesso. Ciò include il controllo della sintassi (file fisico STEP), dello schema IFC utilizzato (ad esempio, IFC4) e di altre regole della specifica IFC (ad esempio, una polilinea non deve contenere punti duplicati). Oltre alla conformità allo standard IFC, è possibile verificare la conformità alle classificazioni di riferimento del bSDD, se disponibili nel file IFC. La fig. 2.12 mostra l'interfaccia del Servizio di Validazione con i risultati di un modello di prova di ACCA su un Impianto di Rilevamento Anti Incendio (IRAI). Questo modello è disponibile pubblicamente sul sito di buildingSMART Italia (vedere il codice QR). Oltre al contenuto del bSDD, il Validation Service non controlla il contenuto effettivo di un file IFC, come la presenza di proprietà speciali. Inoltre, non può verificare i file IFC rispetto ai requisiti IDS. Il Servizio di Validazione viene utilizzato per la validazione tecnica di un file IFC, non per la validazione del contenuto.

I fornitori di software possono utilizzare il Servizio di Validazione per convalidare la loro implementazione IFC (attualmente limitata ai soli file esportati). Per gli utenti IFC, il Servizio di Validazione consente di verificare la qualità dei file IFC ricevuti. Nel complesso, ciò può migliorare la qualità tecnica dei file IFC e quindi aumentare l'interoperabilità tra le diverse applicazioni BIM.

In futuro, questo sistema potrebbe essere utilizzato per la certificazione ufficiale del software buildingSMART. Il Servizio di Validazione è attualmente disponibile in versione beta e può essere utilizzato da chiunque abbia un account buildingSMART gratuito.

Validation BETA  
a service by buildingSMART International

Let us know what we're getting right and what we can improve at [validate@buildingSMART.org](mailto:validate@buildingSMART.org)

Home  
Validation

Click or drop files here to upload for validation

UPLOAD & VALIDATE

- 1 Select the IFC file(s) you want to validate
- 2 Click on "Upload & Validate"
- 3 Check the detailed results by clicking on the icons

<input type="checkbox"/>	File Name	IFC Syntax and Schema	Rules	bSDD	
<input type="checkbox"/>	Real-World-Escape-Route-				
<input type="checkbox"/>	Test-Model-ZDB.ifc				

validate v0.5.6

11.1.2024, 11:41:37 [Download file](#)

**Figura 2.12:** Interfaccia web del servizio di validazione di buildingSMART (Stato Gennaio 2024)

## 2.4 Basi tecniche dell'openBIM

## 2.4.8 Commenti BCF

BCF è un acronimo per BIM Collaboration Format ed è un formato di dati aperto per la comunicazione basata su modelli. Introdotto nel 2009 da Solibri Inc. e Tekla Corporation, è stato successivamente adottato da buildingSMART International come parte degli standard openBIM.



Il BCF viene utilizzato per semplificare lo scambio di informazioni durante il processo di lavoro tra diversi prodotti software (basato sul formato di scambio IFC), consentendo così una comunicazione tracciabile di problemi o modifiche. L'attuale versione BCF 3.0 consente il trasferimento di:

- commenti relativi al modello (i cosiddetti problemi),
- gli elementi interessati nel modello (tramite i GUID degli oggetti) e
- screenshot degli elementi interessati

in quanto basato sul formato dati XML. Questa comunicazione basata sul modello migliora il coordinamento. In questo modo, è possibile scambiare in maniera mirata informazioni sui problemi presenti nel modello (segnalazione e stato del problema), la loro posizione, la direzione di visualizzazione, il componente, le osservazioni, l'utente, l'ora o persino le modifiche al modello di dati IFC. L'obiettivo è trasferire le informazioni rilevanti e non l'intero modello. L'ambito delle funzioni per il trasferimento delle proprietà tra modelli diversi sarà ampliato nelle prossime versioni del BCF.

Il BCF è integrato in tutte le applicazioni BIM più comuni. In alcuni casi, sono necessari speciali moduli aggiuntivi (AddOns) per estendere la gamma di funzioni.

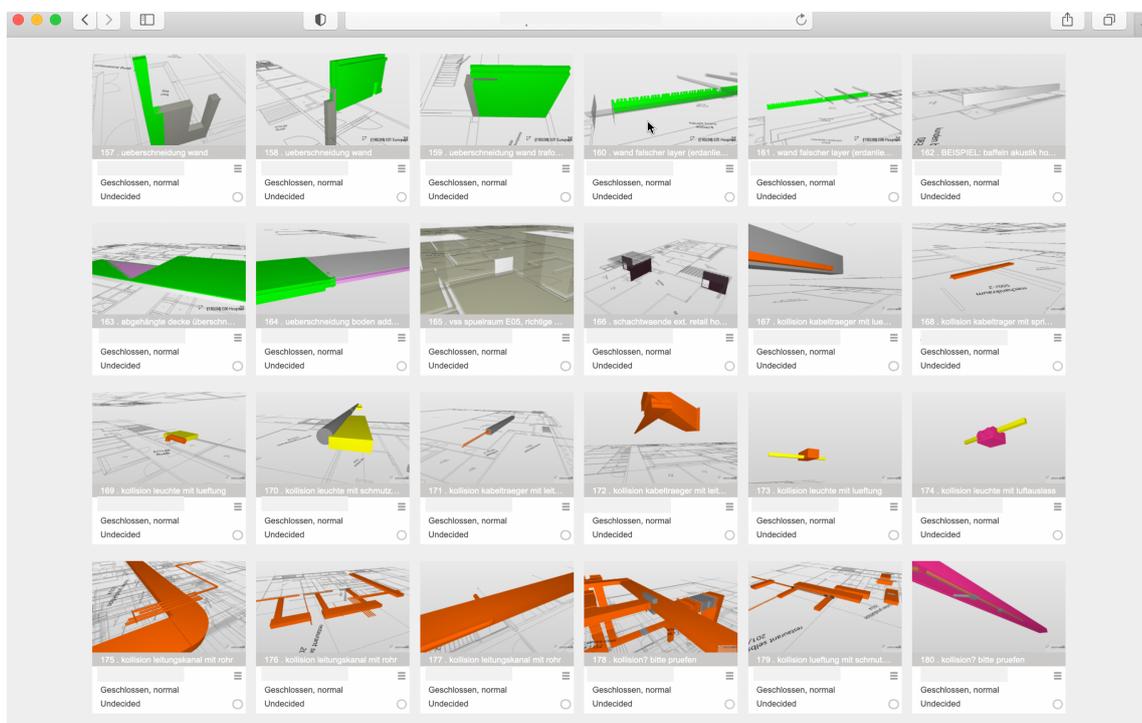
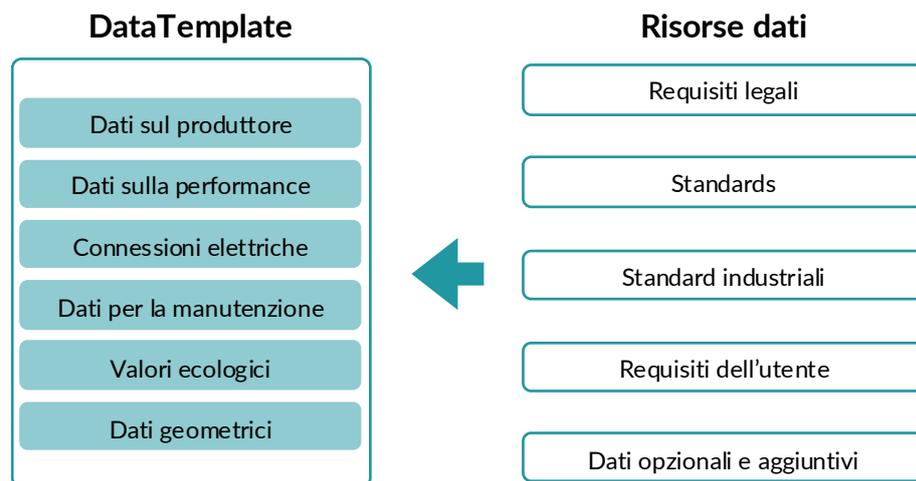


Figura 2.13: Esempio dell'uso di un BCF in un progetto

#### 2.4.9 DataSheets

*DataSheets* è un termine simbolico per indicare i Prodotti da Costruzione Digitali. Si tratta di una tecnologia basata su containers per la rappresentazione digitale dell'interazione tra gli standard di prodotto europei armonizzati (CPR – Construction Products Regulation) e le dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD), che sono regolamentate dalla norma ISO 23386 a partire dal 2020.

La struttura, la composizione e il contenuto delle schede tecniche delle diverse strutture di prodotti da costruzione si basano sulle specifiche delle norme di prodotto armonizzate. Questa conformità è essenziale perché tutti i processi di approvazione del settore si basano su queste specifiche. Questo è l'unico modo per garantire la completezza delle informazioni contenute nelle schede tecniche per un uso produttivo. È prevista anche l'integrazione delle informazioni sulla sostenibilità di un prodotto edilizio (EPD – Environmental Product Declaration) secondo la norma ISO 22057 nelle *DataSheets*.



**Figura 2.14:** Sorgenti informative in DataTemplate / DataSheet

Si distinguono *DataTemplate* generici (neutri rispetto al prodotto) e *DataSheet* specifici (relativi al prodotto). In questo modo è possibile applicare processi conformi alla normativa sugli appalti. Nella fase di progettazione, i *DataTemplate* generici possono essere utilizzati per descrivere con precisione i requisiti di materiali o prodotti, che possono poi essere interpretati senza ambiguità da un offerente nel corso del processo di gara e rispondere con *DataSheet* specifici con informazioni su prodotti specifici. L'elaborazione di queste informazioni può essere ampiamente automatizzata, poiché i *DataSheet* sono completamente leggibili dalla macchina. Questo vantaggio, unito alla raccolta automatizzata di masse e quantità dai modelli digitali, cambierà l'interazione tra progettazione, esecuzione, industria e logistica: la costruzione di una catena continua di dati sui prodotti da costruzione diventerà una realtà.

L'interazione tra *DataTemplate / DataSheet* e modelli digitali basati su IFC è regolata dalla norma ISO 23387. Questa fa riferimento al bSDD quando si dichiarano le caratteristiche di un *DataTemplate / DataSheet*. In questo modo, le caratteristiche di prodotti diversi sono coordinate e non vengono create in modo ridondante. Il trasferimento di un

### 2.4 Basi tecniche dell'openBIM

*DataTemplate / DataSheet*, insieme alle sue caratteristiche basate su bSDD, può essere basato su file (tramite un file IFC) o su servizi web (tramite una connessione API). Trattandosi di uno sviluppo recente, l'integrazione dei *DataTemplate / DataSheet* nelle applicazioni BIM è ancora in fase di preparazione.

## 2.5 Organizzazione

Questa sezione copre gli argomenti organizzativi rilevanti per il BIM: ruoli e specifiche di servizio, documenti di implementazione BIM e collaborazione in openBIM.

### 2.5.1 Ruoli e specifiche di servizio

Le specifiche di servizio tradizionali non contengono attualmente alcuna informazione specifica sui servizi di base richiesti per la corretta esecuzione del contratto di progetto in relazione al BIM. È quindi necessario definire ruoli e specifiche di servizio separati (= modelli di servizio BIM) per i progetti BIM. Tuttavia, i ruoli (o le unità organizzative BIM) nel progetto devono fare riferimento direttamente ai compiti BIM e ai servizi BIM per poterli richiamare. L'uso di specifiche di servizio BIM non è obbligatorio ma è consigliato.

L'obiettivo principale delle specifiche del servizio BIM è quello di creare una comprensione comune tra il committente e l'appaltatore dell'ambito dei servizi da fornire

- per l'interazione di base dei servizi,
- per l'assegnazione dei servizi alle rispettive unità organizzative BIM (ruoli),
- per il servizio che deve essere fornito da ciascuna unità organizzativa BIM (ruolo), e
- per la differenziazione generale dai servizi convenzionali esistenti.

L'obiettivo a medio termine delle specifiche unificate dei servizi BIM è la creazione di termini di compensazione standard associati.

Le specifiche dei servizi BIM confluiscono nel Piano di esecuzione BIM (BEP) attraverso i Requisiti informativi di scambio (EIR). Esse costituiscono la base per i contenuti relativi ai temi della gestione e dell'implementazione del progetto nelle singole fasi del progetto (servizi del committente e dell'appaltatore). Una specifica di servizio include sempre la classificazione della rispettiva unità organizzativa BIM nella struttura generale, la descrizione dei servizi generali e trasversali alla fase di progetto e i servizi specifici relativi alla fase di progetto.

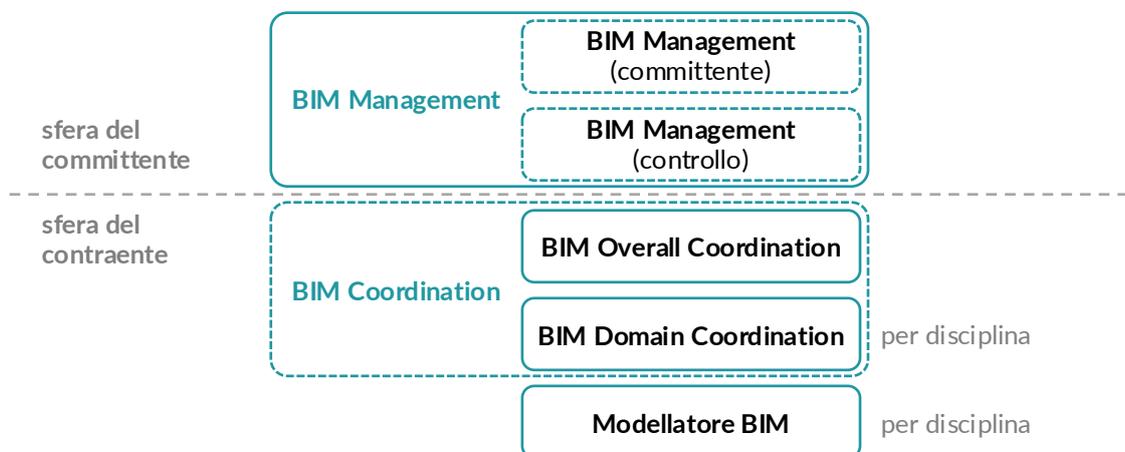
Le specifiche dei servizi BIM possono essere adattate ad ogni progetto. Questo è fatto per:

- aumentare il potenziale bacino di offerenti riducendo i requisiti,
- ridurre i prezzi delle offerte attraverso la riduzione profilattica dell'ambito dei servizi da fornire, e
- modificare le responsabilità a causa delle mutate costellazioni dei progetti.

Le specifiche dei servizi BIM descrivono i ruoli e i servizi delle unità organizzative BIM (*funzioni di gestione informativa = figure BIM*). Esempi sono:

**BIM Management (sfera del committente):** In alcuni progetti, il BIM management è divisa in *BIM Management (committente)* e *BIM Management (controllo)*. Ciò significa che tutti i compiti di entrambe le unità organizzative diventano responsabilità del *BIM Management*.

## 2.5 Organizzazione



**Figura 2.15:** Esempio di una possibile struttura organizzativa BIM (Figure BIM)

*Nota:* In questo *BIMcert Handbook* utilizziamo le unità organizzative di *BIM Management (cliente)* e *BIM Management (controllo)*. Se il *BIM Management* non è suddiviso in queste unità, il *BIM Management* comprende le responsabilità e i compiti di queste due unità.

*BIM Management (committente):* Qualificazione a livello di proprietario/cliente. È l'organismo responsabile della definizione generale del quadro di un progetto e delle specifiche dei servizi utilizzati dai rispettivi attori, nonché dell'applicazione dei requisiti del cliente per la struttura dei dati utilizzati nel progetto. Il *BIM Management (cliente)* è responsabile della creazione dell'EIR. Il *BIM Management (cliente)* spesso crea il preBEP sulla base dell'EIR.

*BIM Management (controllo):* Qualifica a livello di controllo del progetto. Rappresenta gli interessi del cliente nella specifica concreta e nell'implementazione operativa di un progetto BIM nell'ambito delle specifiche del *BIM Management (cliente)*. Il *BIM Management (controllo)* monitora la creazione e il mantenimento del BEP e lo approva quando le specifiche e gli obiettivi del cliente sono soddisfatti in conformità alle normative EIR.

**Coordinamento BIM generale (Contraente):** Coordina e verifica i contenuti openBIM interdisciplinari delle parti coinvolte sulla base delle specifiche di *BIM Management (controllo)*. È responsabile del modello di coordinamento e controlla l'attuazione dei compiti specificati del coordinamento del dominio. Il *Coordinamento BIM generale* è responsabile della preparazione del BEP. In termini di coordinamento, il *Coordinamento BIM generale* è più vicino agli appaltatori (partecipanti al progetto) e quindi ha una migliore visione delle loro esigenze attuali. Di conseguenza, il *Coordinamento BIM generale* è responsabile della creazione e dell'ulteriore adattamento del BEP man mano che il progetto procede. Il *Coordinamento BIM generale* è il principale punto di contatto per la progettazione digitale con il *BIM Management (controllo)*, che monitora e approva il BEP durante la sua creazione e il suo continuo adattamento. In sintesi, il *Coordinamento BIM generale* è quindi responsabile dell'attuazione operativa degli obiettivi BIM.

**Coordinamento Disciplinare BIM (Contraente):** Verifica i contenuti openBIM specifici del proprio dominio in coordinamento proattivamente con gli altri *coordinamenti*

*disciplinari BIM*. Tra le altre cose, è responsabile di fornire al *Coordinamento BIM generale* il modello disciplinare in forma verificata (compresi i rapporti di verifica), di gestire i commenti BCF relativi a se stesso, di garantire la conformità del modello disciplinare e dei documenti di progettazione e di eseguire valutazioni basate sul modello (ad esempio per la stima dei costi) dal proprio modello disciplinare.

L'obiettivo della struttura organizzativa è definire chiari punti di contatto, chiare linee decisionali (responsabilità) e una chiara distribuzione dei compiti (ruoli, autorità e portata di ciascun compito). Questo è importante per una buona gestione delle informazioni.

La collaborazione richiede una valutazione della competenza BIM di tutti i partecipanti al progetto nel corso del ciclo di vita. Il cliente (parte incaricata) deve analizzare la competenza BIM (qualificazione) dei partecipanti al progetto. La ISO 19650-1 chiama questo *esame capacità e abilità del team di consegna*. *Il committente (di solito il cliente) deve esaminare la capacità e l'abilità del (potenziale) team di consegna (i partecipanti al progetto). La capacità si riferisce all'abilità di eseguire una determinata attività (ad esempio, grazie all'esperienza, all'abilità o alle risorse tecniche necessarie) e la capacità si riferisce all'abilità di completare un'attività nel tempo richiesto.*

La competenza BIM (qualificazione) delle unità organizzative deve essere assicurata all'inizio del progetto interrogando le loro competenze. La *BIM Management (controllo)* determina questo attraverso:

- questionari,
- la prova della partecipazione a corsi di formazione (formazione organizzativa e per le applicazioni software), e/o
- la specificazione dell'esperienza di progetto BIM (attraverso diverse fasi del progetto), cioè valutazioni specifiche per il progetto.

Questo aiuta a identificare i potenziali deficit di competenza e a definire i requisiti di formazione. Solo allora si possono definire le responsabilità del progetto.

#### **2.5.2 Documenti per l'implementazione del BIM**

Essi costituiscono la base dei progetti BIM. I documenti per l'implementazione del BIM specificano gli obiettivi del cliente, i requisiti per i partecipanti al progetto e le procedure per implementare con successo i suddetti requisiti. Inoltre, specificano anche eventuali integrazioni ai manuali di progetto, ad esempio il manuale dell'organizzazione o il manuale di progetto.

L'uso di documenti per l'implementazione del BIM è fortemente raccomandato, anche se non sempre obbligatorio, per progetti di qualsiasi dimensione e complessità. I documenti per l'implementazione del BIM forniscono una chiara regolamentazione dell'organizzazione del progetto, degli obiettivi, delle specifiche di esecuzione, della gestione, della definizione della collaborazione e della garanzia di qualità per i progetti BIM. Queste disposizioni sono spesso assenti dai manuali standard. I documenti per l'implementazione del BIM (come l'EIR) aiutano inoltre i clienti a identificare le informazioni necessarie per raggiungere gli obiettivi del progetto.

## 2.5 Organizzazione

La norma UNI 11337-6 offre linee guida per la redazione del capitolato informativo, un documento fondamentale per la gestione dei processi informativi di un progetto. Strutturato in premesse, riferimenti normativi, sezione tecnica e sezione gestionale, il capitolato definisce ambiti, normative di riferimento, requisiti tecnici (hardware, software, interoperabilità) e aspetti organizzativi (obiettivi informativi, flussi di lavoro, validazione). Questo schema garantisce chiarezza e coerenza nella gestione delle informazioni lungo tutto il ciclo di vita progettuale.

I singoli documenti per l'implementazione BIM sono:

**Asset Information Requirement AIR:** L'AIR, o requisiti informativi del cespite immobile in italiano, definisce la struttura dei dati a lungo termine dell'operatore e i requisiti di dettaglio basati sulla gestione dei dati. Determina le fonti di informazione valide per le stime di base. L'AIR viene creato indipendentemente dal progetto dalla gestione BIM dell'operatore e serve come base a livello aziendale per la creazione di EIR specifici per il progetto.

**Project Information Requirement PIR:** Il PIR riguarda i requisiti della fase di realizzazione (progettazione e costruzione). Deve rispondere agli obiettivi strategici generali in relazione a un progetto specifico.

L'AIR e il PIR determinano quindi il contenuto, la struttura e la metodologia del AIM (Asset Information Model – modello informativo del cespite immobile) e del PIM (Project Information Model – modello informativo della commessa). Sia l'AIR che il PIR forniscono input alla EIR.

**Exchange Information Requirements EIR:** L'EIR, o Capitolato Informativo (CI) in italiano, è la descrizione concreta delle esigenze informative del cliente ed è quindi descritto come un requisito per un contraente. In conformità alla norma ISO 19650, definisce gli aspetti aziendali, commerciali e tecnici della produzione di informazioni sul progetto (ad esempio, gli standard informativi). Gli aspetti tecnici dell'EIR devono contenere le informazioni dettagliate necessarie per soddisfare il PIR. Serve come base per il BEP del progetto in questione. In particolare, l'EIR del cliente contiene i requisiti BIM, i processi BIM, le specifiche dei servizi BIM, gli standard da rispettare e le applicazioni BIM per raggiungere gli obiettivi BIM del cliente.

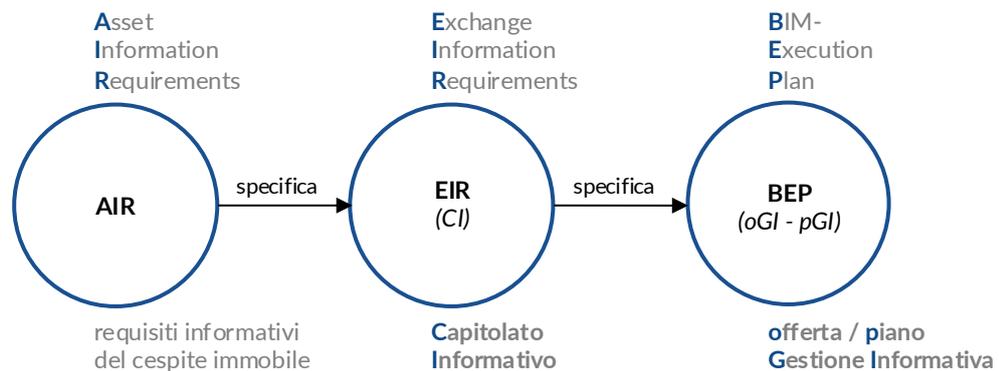
#### Informazioni generali sui requisiti di scambio di informazioni EIR

In conformità alla norma ISO 19650, i requisiti di scambio di informazioni EIR sono utilizzati per definire i requisiti per lo scambio di informazioni tra la *soggetto proponente* e la *soggetto incaricato*. In un progetto esistono diversi *soggetti incaricati* a diversi livelli, ad esempio il *committente*, il *capofila*, altri *soggetti incaricati*, ecc. La *parte nominante principale* deve soddisfare gli EIR del *cliente* e può suddividere questi EIR e trasmetterli ai subpartner. Le *parti designate (principali)* possono anche integrare gli EIR ricevuti con i propri EIR.

Al livello superiore si trova il *requisito informativo del cliente* per l'intero progetto. In passato, questo documento EIR era chiamato «Employer Exchange Requirement». Questo termine è ancora in uso in  Austria e  Germania. In  Svizzera si utilizzano i termini della serie ISO 19650 e il documento è denominato «Exchange Information Requirements (EIR)».

Per evitare confusione tra i requisiti di scambio di informazioni (ai diversi livelli), nel *BIMcert Handbook* si usa il termine «EIR del cliente» quando ci si riferisce al documento EIR al livello superiore (del *cliente*).

**BIM Execution Plan BEP** secondo la norma ISO 19650-2 e la UNI 11337-5, il BEP spiega come gli aspetti di gestione delle informazioni dell'incarico vengono svolti dal gruppo di consegna. Il BEP è quindi un documento di orientamento che definisce le basi della collaborazione basata sul BIM. Definisce le strutture organizzative e le responsabilità. I ruoli e le responsabilità possono essere assegnati in una matrice di responsabilità. Il BEP fornisce il quadro di riferimento per i servizi BIM e definisce i processi/flussi di lavoro e i requisiti di collaborazione per ciascun partecipante (ad esempio, le responsabilità). I modelli e i processi sono standardizzati in termini di strutture (ad esempio, struttura spaziale o struttura del modello), elementi e informazioni. Il BEP specifica anche le caratteristiche del progetto e definisce il Level of Information e di dettaglio e la loro qualità. Viene preparato dal gruppo di commessa e aggiornato durante il progetto (la responsabilità è del *BIM Overall Coordination*, il soggetto incaricato principale). Le modifiche richiedono l'approvazione del gruppo di commessa (ad esempio attraverso il *Coordinamento disciplinare BIM*). Un BEP ben redatto migliora il processo di progettazione e la comunicazione all'interno del gruppo di commessa. Il BEP deve diventare parte del contratto tra il cliente e i partecipanti al progetto. Le specifiche del cliente per il BEP sono l'EIR e qualsiasi preBEP fornito, che corrisponde a un modello di BEP specifico per il progetto, che chiarisce i requisiti dell'EIR del cliente e contiene la struttura specificata.



**Figura 2.16:** Influenza dell'AIR sull'EIR e sul BEP

L'AIR è gerarchicamente al di sopra dell'EIR: i suoi requisiti confluiscono nell'EIR. Utilizzando l'AIR, l'EIR specifica i *requisiti informativi del cliente*. Sulla base dell'EIR, il BEP incorpora anche i requisiti dell'AIR e serve come insieme concreto di regole del progetto. Il BEP deve essere applicato ai progetti BIM dall'inizio della progettazione fino al completamento della costruzione o alla consegna in esercizio e deve essere aggiornato man mano che il progetto procede.

Gli argomenti del EIR e del BEP comprendono:

- **informazioni sulla commessa:** sintesi delle specifiche di contenuto del committente (ad esempio, tempi/scadenze per il trasferimento delle informazioni),
- **specifiche generali:** sintesi delle specifiche normative del committente (ad esempio, standard e linee guida da rispettare, formati di file richiesti, compreso il versioning),
- **specifiche del modello:** definizione della struttura del modello e le fasi del modello previste,

2.5 Organizzazione

- **organizzazione della commessa:** definizione dei livelli organizzativi delle specifiche responsabilità,
- **casì d'uso:** specifiche per l'uso dei dati del modello, come la verifica del modello o la determinazione dei costi,
- **allegati:** descrizione approfondita dei singoli aspetti (come ad esempio linee guida e definizioni di LOG e LOI)

Importante: l'EIR definisce il contenuto delle aree tematiche, mentre il BEP formula queste specifiche. Ad esempio, il BEP (in conformità alla norma ISO 19650) contiene anche l'assegnazione di nomi/competenze ai singoli ruoli e la strategia di fornitura delle informazioni per il processo e la conformità con le informazioni di scambio richieste. Il BEP definisce anche il controllo di qualità. All'inizio del progetto, si dovrebbe tenere una revisione dell'EIR e del BEP con tutti i partecipanti chiave al progetto. In questo incontro vengono spiegati e concordati il contenuto e la portata dei compiti. Questo incontro di revisione favorisce una collaborazione proficua nel progetto. Il *BIM Management (controllo)* può utilizzare la revisione per verificare il livello di conoscenza dei partecipanti sugli argomenti di un progetto openBIM.

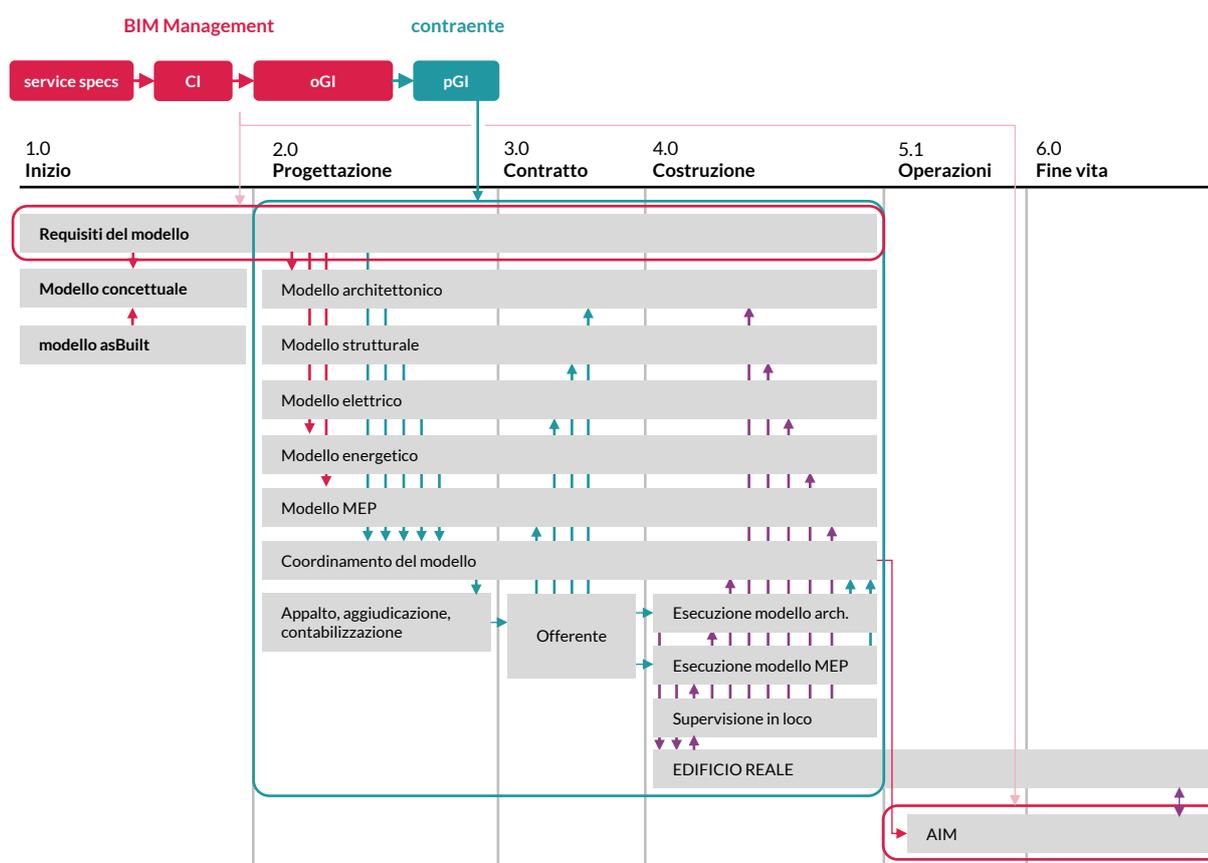
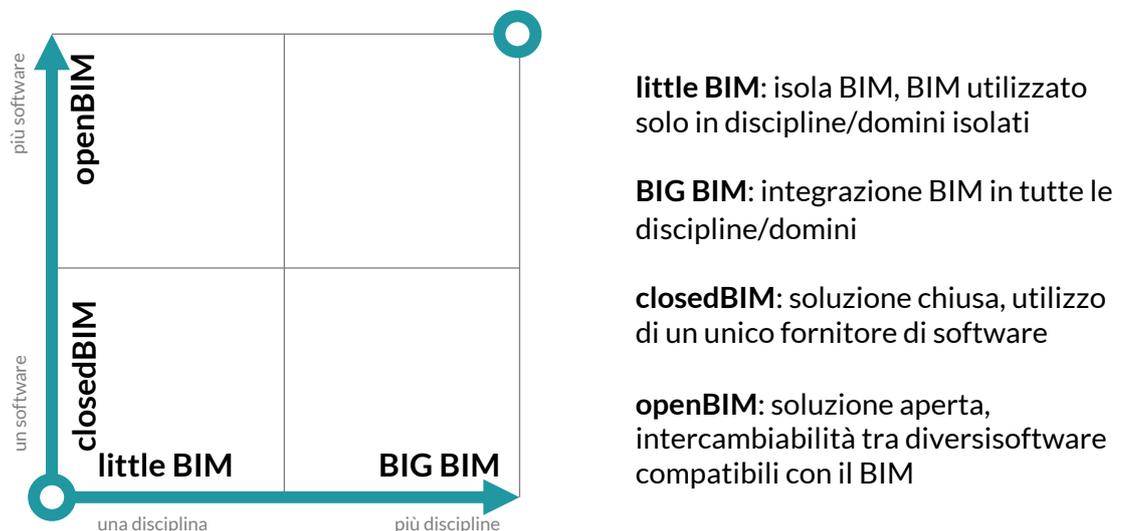


Figura 2.17: Sviluppo dei modelli durante le fasi di un progetto (fasi secondo la EN 16310)

#### 2.5.3 Collaborazione openBIM

Le fasi di sviluppo del BIM forniscono una chiara classificazione a questo proposito (vedi fig. 2.18). La libera scelta del software supporta l'uso del software più adatto per il rispettivo compito (best practice). I vantaggi del metodo BIM devono essere sfruttati appieno, non solo dal punto di vista tecnico ma anche organizzativo. Pertanto, si raccomanda l'uso del metodo openBIM per tutti i progetti. In termini di implementazione e collaborazione, i vantaggi sono i seguenti:

- indipendenza dal software e libertà di scelta delle applicazioni software per tutti i partecipanti al progetto; pertanto, nessuno svantaggio competitivo per quanto riguarda le applicazioni software,
- utilizzabilità a lungo termine dei dati del modello (file di testo leggibili, sostenibilità attraverso la certificazione ISO di IFC e IDM) e
- l'autarchia delle informazioni sul modello specifiche del software (trasparenza).



**Figura 2.18:** Fasi di sviluppo del BIM

L'applicazione del metodo openBIM è promossa anche dalla standardizzazione. Gli standard nazionali creano ulteriori basi per uno scambio completo, uniforme, neutrale rispetto al prodotto e sistematizzato dei dati grafici e dei dati fattuali associati sulla base di IFC e bSDD.

Il BEP regola la forma di cooperazione strutturata specificando le interfacce, compreso l'MVD. L'utilizzo di un software certificato BuildingSMART è un prerequisito. Un aspetto essenziale dello scambio di dati è l'interoperabilità: deve essere garantito il trasferimento sicuro delle informazioni sugli oggetti dei modelli.

I modelli BIM devono

**essere leggibili da tutti**

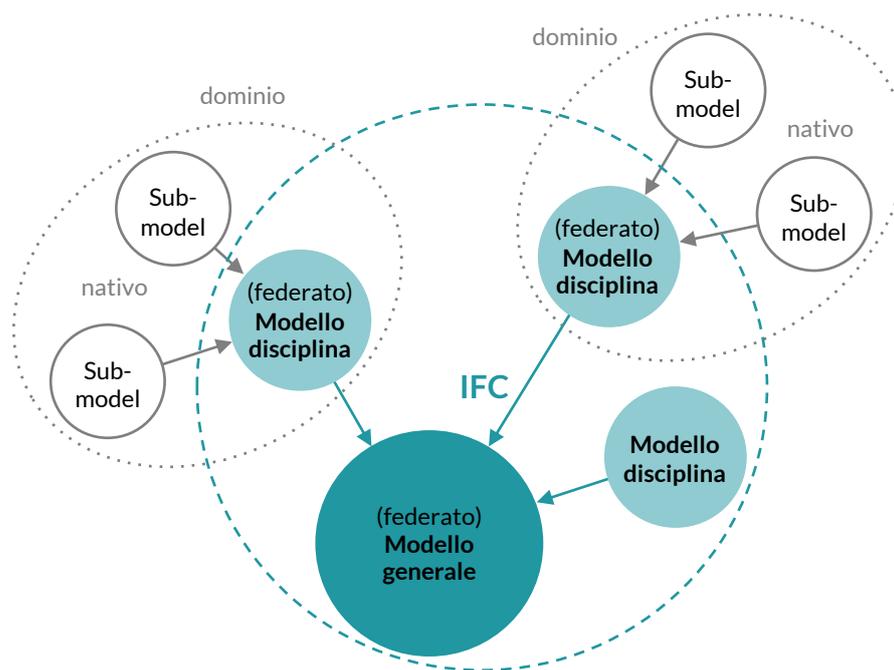
**permettere a molti di commentare,**

**permettere a pochi di modificare**

**Figura 2.19:** Requisiti per i modelli BIM

## 2.5 Organizzazione

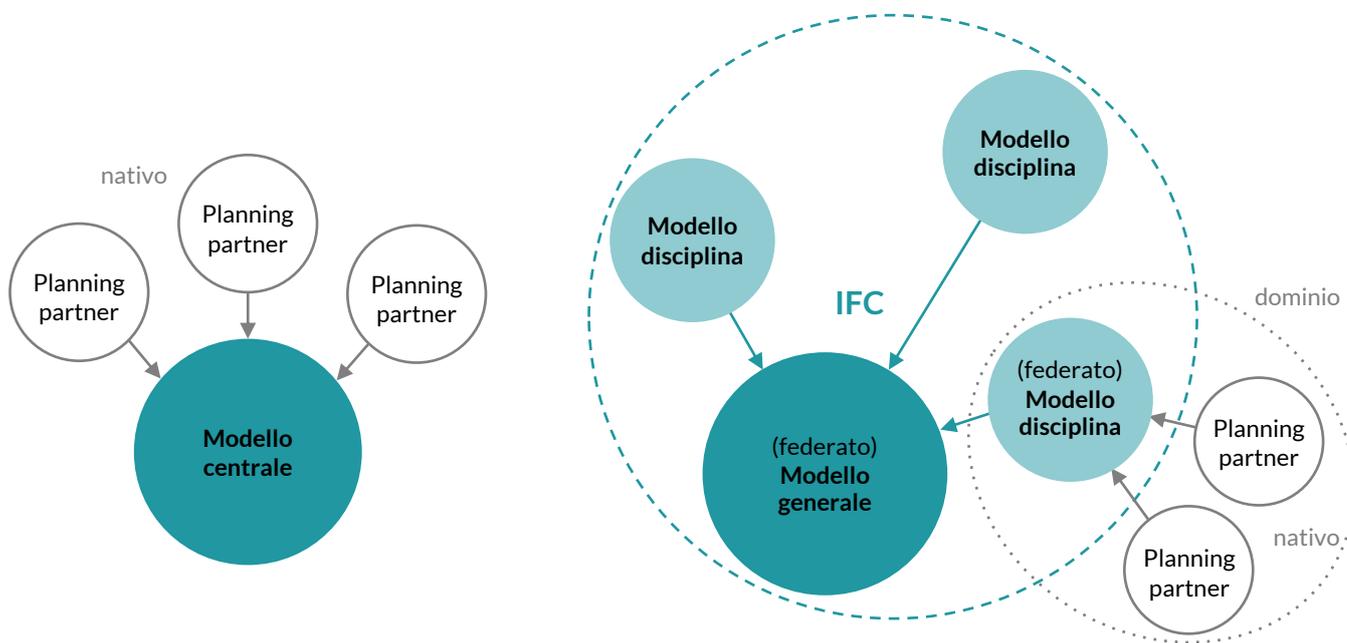
La collaborazione basata sul modello non riguarda solo la gestione della qualità del modello complessivo, ma anche la (prima) collaborazione a livello di modello. Secondo **openBIM**, ogni progettista disciplinare che fornisce i dati del modello li crea nella propria applicazione software (software di authoring) come modello disciplinare. A causa delle dimensioni dei dati, questo può essere composto da sottomodelli, tutti creati nella stessa applicazione software (nativa). Lo scambio dei modelli disciplinare avviene tramite l'interfaccia IFC. Tutti i modelli disciplinare confluiscono poi nel modello complessivo (federato).



**Figura 2.20:** Collaborazione in un progetto openBIM

Al contrario, esiste il sistema di un modello centrale in cui tutti i progettisti del dominio lavorano insieme utilizzando un'unica applicazione software (famiglia di software). Questo sistema è definito **closedBIM**. Sono possibili anche forme miste. Un progettista disciplinare può lavorare insieme ai suoi partner di pianificazione in closedBIM, ma gestire il modello globale (federato) per il coordinamento basato su openBIM tramite IFC.

La gestione della qualità e il coordinamento dei modelli disciplinare nel modello complessivo devono sempre avvenire in un'applicazione software separata (software di verifica). Questo controlla e valuta i dati del modello in modo indipendente. La comunicazione avviene in modo digitale. I punti problematici vengono sempre trasmessi sotto forma di rapporto. Questo viene fatto in formato PDF per scopi di documentazione e in BCF per consentire ai progettisti del dominio di vedere il problema direttamente nelle loro applicazioni software. Come tutte le comunicazioni del progetto, lo scambio dei dati del modello e dei rapporti (PDF e BCF) avviene tramite il CDE fornito a questo scopo.



**Figura 2.21:** Collaborazione in un progetto closedBIM (sinistra) o una collaborazione ibrida closedBIM e openBIM (destra)

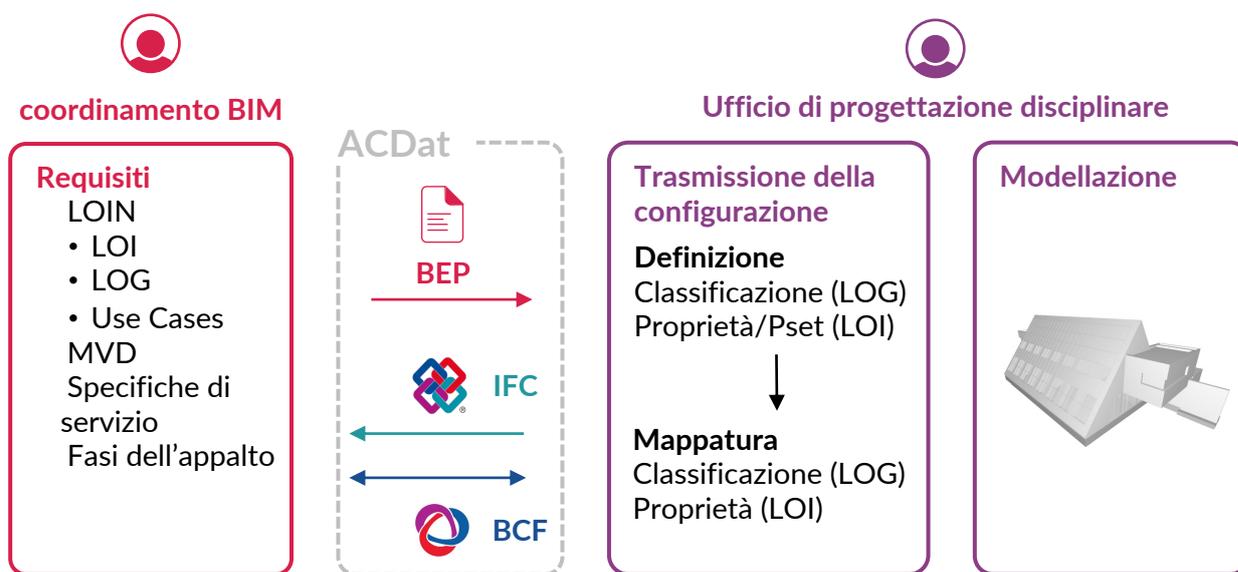


## 3 Conoscenza avanzata

Il presente capitolo fornisce una visione dettagliata dei vari standard sviluppati da buildingSMART. I nuovi termini dell'openBIM, in particolare gli acronimi, risultano essere impegnativi specialmente per i non esperti del settore; ciononostante la loro comprensione risulta indispensabile per un utilizzo efficace. I contenuti forniti in questo capitolo costituiscono la base per le descrizioni relative all'implementazione di progetti openBIM di cui al successivo [capitolo 4](#).

Le fig. 3.1 e fig. 3.2 contestualizzano i termini. A differenza della panoramica del [capitolo 4](#), questa illustrazione non mostra l'intero processo openBIM all'interno di un progetto, ma solo dal punto di vista della modellazione. Per informazioni più dettagliate, si rimanda ai singoli capitoli.

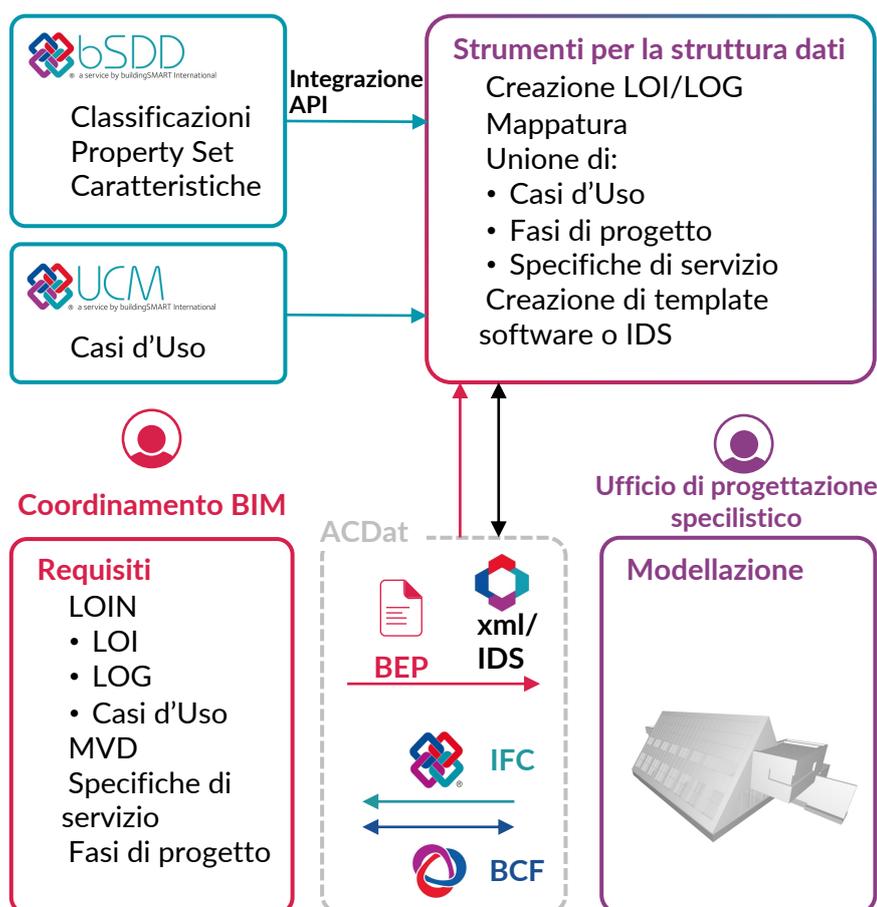
Il progettista riceve i requisiti del modello (incluso il Level of Information Need, [sezione 3.6](#)) attraverso il BIM Execution Plan (BEP) ed inizia ad implementarli nel suo software nativo. Prima di iniziare la creazione vera e propria del modello disciplinare, il *primo passo* è quello di creare le nuove classificazioni (se consentito dalla politica del software) e le proprietà necessarie nel software. Nella *seconda fase*, queste vengono mappate (per l'esportazione IFC) nello schema dati IFC o MVD ([sezione 3.2](#) e [sezione 3.3](#)). Segue la creazione del modello disciplinare secondo le linee guida di modellazione. L'ufficio trasferisce i modelli utilizzando IFC e comunica tramite BCF ([sezione 3.4](#)). Tutti gli scambi di informazioni avvengono tramite un Common Data Environment ([sezione 3.5](#)). La mappatura descritta deve essere eseguita manualmente da ciascun partecipante al progetto nel rispettivo software nativo; ciò è inefficiente e soggetto a errori.



**Figura 3.1:** Gestione manuale delle proprietà e delle classificazioni

Il procedimento sopra descritto se svolto manualmente da ogni singolo partecipante al progetto e nel relativo software disciplinare risulta essere poco efficiente e soggetto a errori.

Un metodo migliore consiste nell'utilizzare uno strumento di struttura dei dati (sezione 2.3.3) che centralizza la definizione e la mappatura delle classificazioni e delle proprietà/insiemi di proprietà (sezione 3.2.3) per più prodotti software e per lo schema dei dati IFC o MVD (sezione 3.2 e sezione 3.3). Allo stesso tempo, questi sono collegati alle specifiche del servizio (sezione 2.5), alle fasi del progetto e ai casi d'uso (capitolo 4) in un database. Inoltre, le classificazioni e le proprietà del bSDD (sezione 3.8) possono essere integrate direttamente tramite un'API. I risultati sono modelli specifici per il software o lo standard IDS (sezione 3.7), che possono essere importati direttamente nel software se questo supporta lo standard. L'inserimento manuale nel software di modellazione o di controllo non è più necessario. Chi svolge queste attività nello strumento di struttura dei dati dipende dal progetto e dall'organizzazione. Il cliente può fornire lo strumento di struttura dei dati a livello centrale e/o ogni attore può utilizzare il proprio strumento di struttura dei dati.



**Figura 3.2:** Utilizzo di strumenti di struttura dei dati per gestire i requisiti informativi del modello

#### **Alcune fonti e letture consigliate per il capitolo 3**

Borrmann A., König M., Koch C. and Beetz J. (Eds.): «*Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice*». Translated and Extended from the German Version, Springer International Publishing AG, Cham, 2018, ISBN: 978-3-319-92862-3 (see QR code)

Sacks R., Eastman C., Lee G. and Teicholz P.: «*BIM Handbook – A Guide to Building Information Modeling For Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*». John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2018, ISBN: 978-1-119-28753-7

## 3.1 Standardizzazione

## 3.1 Standardizzazione

Questa sezione fornisce una panoramica dei principali standard openBIM e del loro sviluppo nazionale, europeo e internazionale. Gli standard citati nel capitolo 2 sono ampliati con altri standard e contestualizzati (vedi figura successiva).

La fig. 3.3 mostra le dipendenze dei vari standard in ordine cronologico. La base per l'utilizzo dell'openBIM è la struttura dati IFC4, neutrale per il produttore, sviluppata da bSI e certificata per la prima volta nel 2013 come standard ISO 16739 «*Industry Foundation Classes (IFC) for data exchange in the construction industry and asset management*» (dal 2018: ISO 16739-1). Nel 2024, la ISO 16739-1 sarà aggiornata per includere l'IFC 4.3.

IFC costituisce la struttura dati per lo scambio di informazioni geometriche e non geometriche (alfanumeriche). Queste informazioni alfanumeriche sono trasportate principalmente tramite IfcPropertySet. Le definizioni standard di IfcPropertySet sono contenute nella norma ISO 16739. buildingSMART le fornisce anche come specifiche separate. Sono gestiti nel server immobiliare internazionale bSDD, che si basa sulla norma ISO 12006-3 «Organizzazione dei dati sugli edifici». La norma ISO 23387 definisce l'interazione tra IFC, bSDD e dati digitali di prodotto (scheda tecnica), la cui composizione è a sua volta definita dalla norma ISO 23386.

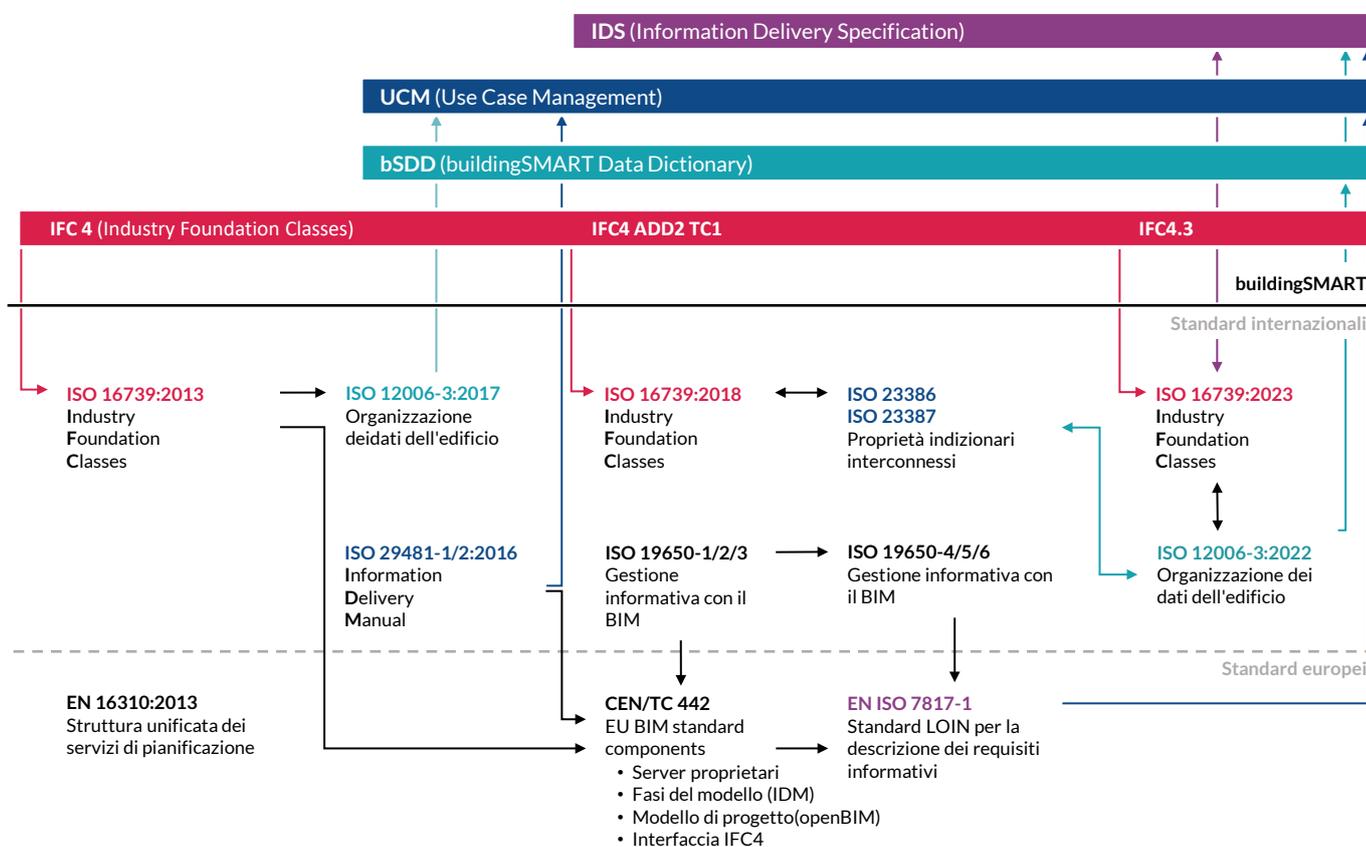


Figura 3.3: Panoramica degli standard

Ora che la struttura delle informazioni è stata standardizzata, si pone la questione: In quale forma i dati devono essere presentati dal software? Questa viene definita tramite la Model View Definition (MVD), con la quale il software è certificato da bSI. Le MVD vengono sviluppate utilizzando l'Information Delivery Manual (IDM). In un IDM, le rappresentazioni dei processi sono utilizzate per definire le informazioni contenute in un modello. Questo metodo è certificato nella norma ISO 29481-1/2 «*Information Delivery Manual*». La Model View Definition definisce i requisiti per il traduttore IFC del rispettivo software. Il passo successivo alla standardizzazione della struttura dei dati e dello scambio di dati è la standardizzazione della gestione delle informazioni con il BIM negli standard ISO 19650-1/2/3. La norma ISO 23387 definisce l'interazione tra IFC, bSDD e dati digitali di prodotto (*Data Templates*), la cui composizione è a sua volta definita dalla norma ISO 23386.

La fig. 3.3 mostra anche l'influenza della standardizzazione dell'IFC4 e della standardizzazione di una classificazione uniforme dei servizi di pianificazione nella norma EN 16310 sulle norme BIM nazionali, come la ÖNORM A 6241-2. La EN 16310 ha influenzato anche il gruppo di lavoro europeo per il BIM «CEN/TC 442», che mira a sviluppare uno standard europeo openBIM armonizzato. Con la norma EN 17412-1, il CEN/TC 442 ha già pubblicato la definizione Level of Information Need standardizzata (citata sopra). A differenza dei vari standard BIM nazionali, le pubblicazioni del CEN/TC 442 hanno un'importanza notevolmente maggiore per l'industria del software, in quanto rappresentano i requisiti di un mercato molto più ampio.

#### 3.1.1 Standard internazionali

##### ISO 16739:2013, ISO 16739-1:2018/2024

In quanto organizzazione indipendente, il bSI sviluppa i propri standard. Il più noto è IFC, che consente lo scambio di informazioni di modellazione tra più software. La versione IFC4 è stata pubblicata ufficialmente nel marzo 2013 come ISO 16739 e viene costantemente sviluppata. Anche IFC4.3 è uno standard ISO dal 2024.

##### ISO 12006-3:2022

bSDD esiste in aggiunta alla struttura dati IFC. Si tratta di un servizio basato sul web per la creazione e il consolidamento di aggiunte personalizzate alla struttura dei dati (ontologie) basate sulla norma ISO 12006-3, che definisce l'IFD (International Framework for Dictionaries). L'IFD è un quadro di riferimento per la definizione di sistemi di classificazione. Il principio di base è che tutti i concetti possono avere un nome e una descrizione (indipendentemente dalla lingua). Solo un codice identificativo unico è rilevante per l'identificazione e l'uso. Apponendo etichette in diverse lingue allo stesso concetto, si crea un dizionario multilingue.

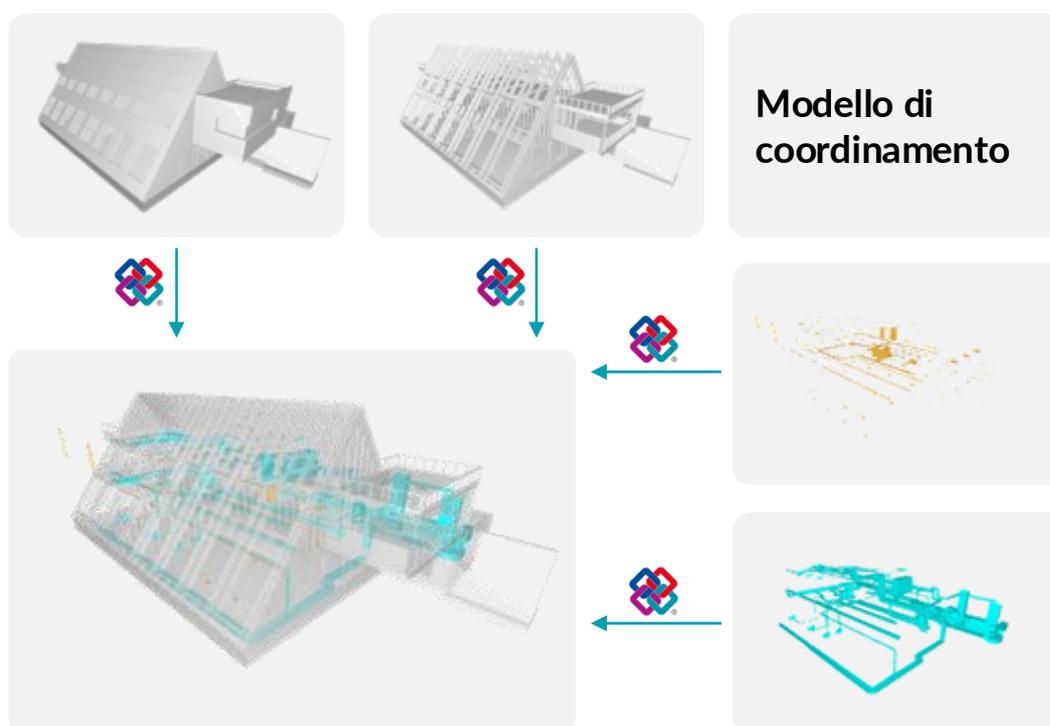
##### ISO 29481-1/2

La metodologia IDM è descritta nella norma ISO 29481-1/2. Questa supporta la descrizione dei requisiti informativi in relazione ai processi del ciclo di vita. Le MVD e i casi d'uso sono sviluppati sulla base di questa IDM.

## 3.1 Standardizzazione

**ISO 19650-1/2/3/4/5/6)**

La norma ISO 19650-1/2/3/4/5/6 contiene specifiche di processo che definiscono i servizi BIM e la loro implementazione. La Parte 1 contiene la descrizione dei termini e dei principi. La parte 2 descrive la gestione delle informazioni nelle fasi di pianificazione, costruzione e messa in servizio. La parte 3 comprende la fase operativa degli asset. La Parte 4 descrive lo scambio di informazioni e la Parte 5 le specifiche per gli aspetti di sicurezza del BIM, degli edifici digitalizzati e della gestione intelligente degli asset.



**Figura 3.4:** Coordinamento dei modelli tramite federazione

**3.1.2 Standard europei**

Nel 2015 è stato fondato a livello europeo il comitato di standardizzazione CEN/TC 442 «Building Information Modeling (BIM)». Il comitato deve sviluppare una serie strutturata di norme e rapporti. L'obiettivo è quello di determinare la metodologia per la definizione, la descrizione, lo scambio, il monitoraggio e la registrazione dei dati degli asset, nonché la gestione sicura di tali dati, la semantica e i processi con i relativi collegamenti ai geodati e ad altri dati esterni. Questo comitato tecnico è composto da quattro gruppi di lavoro:

- «Strategia e pianificazione»
- «Informazioni di scambio»
- «Specifiche di consegna delle informazioni»
- «Dizionario dei dati»

**EN 17412-1**

La norma EN 17412-1 è uno standard europeo che tratta il Level of Information Need del Building Information Modeling (BIM). Stabilisce i concetti e i principi per definire le esigenze informative e la fornitura di informazioni utilizzando il BIM. Questo standard

## 3 Conoscenza avanzata

### 3.1 Standardizzazione

è importante per definire il livello di dettaglio e la portata delle informazioni richieste in base ai casi d'uso che vengono scambiati e forniti durante il ciclo di vita degli edifici (cfr. [sezione 3.6](#)).

#### EN 16310:2013

A livello europeo, nel 2013 è stata pubblicata la norma EN 16310. Questa norma riguarda la classificazione standardizzata dei servizi di progettazione. Questo documento definisce i termini relativi ai servizi di ingegneria. Un glossario armonizzato dei termini chiave dell'industria delle costruzioni a livello europeo mira a promuovere la libera concorrenza nell'UE. Allo stesso tempo, si intende ridurre i problemi di cooperazione transfrontaliera derivanti dalle diverse interpretazioni dei termini rilevanti nei vari Paesi europei. L'attenzione è rivolta all'intero settore dei servizi di ingegneria (costruzione di edifici, infrastrutture e impianti industriali). Il ciclo di vita delle strutture edilizie è suddiviso in diverse sezioni, a loro volta suddivise in sottosezioni (cfr. [fig. 3.5](#)). Queste fasi sono confrontate con quelle di altri Paesi e standard nel [capitolo 4](#) ([fig. 4.4](#)).

		Fasi	Sub Stages
Fase precedente all'uso	Fasi di prodotto	<b>0. Iniziativa</b>	0.1 Analisi di mercato 0.2 Business case
		<b>1. Iniziazione</b>	1.1 Iniziazione del progetto 1.2 Studio di fattibilità 1.3 Definizione del progetto
		<b>2. Progettazione</b>	2.1 Progettazione concettuale 2.2 Progetto preliminare e progetto sviluppato (B&I) 2.3 Progettazione tecnica o FEED 2.4 Ingegnerizzazione dettagliata
		<b>3. Approvvigionamento</b>	3.1 Approvvigionamento 3.2 Appalti di costruzione
	Fase di costruzione	<b>4. Costruzione</b>	4.1 Pre-costruzione 4.2 Costruzione 4.3 Messa in servizio 4.4 Affidamento 4.5 Approvazione normativa
Fase d'uso		<b>5. Uso</b>	5.1 Operazioni 5.2 Manutenzione
Fase di fine vita		<b>6. Fine vita</b>	6.1 Riorganizzazione 6.2 Smantellamento

from EN 16310:2013

**Figura 3.5:** Fasi di un progetto (cespite) secondo la EN 16310

## 3.1 Standardizzazione

**3.1.3 Standard italiani****UNI 11337**

Dal 2009, anno di pubblicazione della prima norma UNI 11337, la situazione e lo stato dell'arte sono cambiati. In un'ottica evolutiva naturale di un processo innovativo, la norma è stata sottoposta a revisione, spezzettando e ampliando un solo testo in più parti e modificando il titolo in «Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni».

La serie UNI 11337 si rivolge a tutte le opere edilizie e a qualsiasi tipologia di prodotto, sia esso un edificio o una infrastruttura, di nuova costruzione, ma trova utile applicazione anche in caso di conservazione o di qualificazione dell'ambiente o del patrimonio costruito, e si applica a qualsiasi tipologia di processo, dall'ideazione alla produzione e all'esercizio. Di seguito sono riportate le parti attualmente disponibili.

*UNI 11337-1:2027 Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi.* La norma interessa gli aspetti generali della gestione digitale del processo informativo nel settore delle costruzioni, quali:

- la struttura dei veicoli informativi;
- la struttura informativa del processo;
- la struttura informativa del prodotto.

*UNI/TR 11337-2:2018 Flussi informativi e processi decisionali nella gestione delle informazioni da parte della committenza.* Il rapporto tecnico, avendo come riferimento originario la serie normativa UNI EN ISO 19650, si propone di fornire elementi metodologici e cenni interpretativi per l'abilitazione digitale delle funzioni di committenza pubblica e privata. Esso illustra le fasi temporali della commessa sotto il profilo della digitalizzazione e ne illustra le implicazioni relative ai flussi informativi in funzione dei processi decisionali.

*UNI/TS 11337-3:2015 Modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell'informazione tecnica per i prodotti da costruzione.* Il documento fornisce le linee guida per la definizione di strutture di dati (data template) da adoperarsi nei modelli informativi, per la gestione dei prodotti da costruzione, oltre alla modalità di trasferimento e condivisione dei dati nei modelli informativi.

*UNI 11337-4:2017 Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti.* Il documento fornisce i concetti e i principi necessari per stabilire una metodologia al fine di specificare il Level of Information Need e le consegne di informazioni in modo coerente quando si utilizza il Building Information Modeling (BIM). La norma fornisce le linee guida dei principi richiesti per specificare i fabbisogni informativi relativi a Informazioni geometriche, informazioni alfanumeriche e documentazione.

*UNI 11337-5:2017 Flussi informativi nei processi digitalizzati.* La norma definisce i principi, i requisiti ed i flussi necessari alla produzione, gestione e trasmissione delle informazioni e la loro connessione e interazione nei processi di costruzione digitalizzati. La norma ha l'obiettivo di chiarire i requisiti, la struttura ed i processi degli ambienti di collaborazione e condivisione nel settore costruzioni evidenziando le modalità di analisi, implementazione ed evoluzione degli stessi in accordo alle fasi ed alle opere coinvolte.

## 3 Conoscenza avanzata

### 3.1 Standardizzazione

*UNI/TR 11337-6:2017 Linea guida per la redazione del capitolato informativo.* Il documento mette a disposizione una linea guida per la definizione dei requisiti di scambio delle informazioni relativamente alle differenti fasi e stadi del processo edilizio generale, modulati secondo gli obiettivi e gli usi da perseguire. Nel caso di stazioni appaltanti il rapporto tecnico fornisce una linea guida per la definizione dei contenuti del capitolato informativo.

*UNI 11337-7:2018 Requisiti di conoscenza, abilità e competenza delle figure coinvolte nella gestione e nella modellazione informativa.* La norma si propone, nei termini della declinazione di abilità, competenze e conoscenze, di definire i profili professionali e il ruolo di quattro figure precedentemente inedite legate al BIM. Esse, nella loro traduzione in inglese, comunemente utilizzata anche in Italia, sono: CDE Manager, BIM Manager, BIM Coordinator, BIM Specialist

#### **UNI/PdR 74:2019**

*UNI/PdR 74:2019 Sistema di Gestione BIM – Requisiti.* La Prassi di Riferimento definisce i requisiti di un Sistema di Gestione BIM (SGBIM), inteso come sistema di gestione digitalizzato di un'organizzazione supportato dall'information management, che una organizzazione deve attuare per migliorare l'efficienza del processo digitalizzato di programmazione, progettazione, produzione, esercizio e manutenzione, ed eventuale dismissione del cespite immobile.

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

Questa sezione fornisce una descrizione dettagliata della struttura di IFC, una base essenziale per lo scambio di informazioni digitali sugli edifici. Industry Foundation Classes (IFC) è uno standard internazionale aperto per lo scambio di dati BIM (Building Information Modeling), che costituisce la base per l'applicazione dell'openBIM. Lo standard comprende dichiarazioni e proprietà standardizzate per gli elementi necessari a descrivere gli edifici e le attrezzature tecniche associate durante il loro intero ciclo di vita. Inoltre, l'IFC4.3 estende l'ambito delle definizioni dei dati per includere le strutture delle infrastrutture di trasporto (stradali e ferroviarie).

IFC specifica uno schema di dati e un formato di file. È standardizzato nella norma ISO 16739-1 e comprende:

- Schema dati IFC
- Documentazione (testo HTML, vedi codice QR)
- Definizione di/per property set e quantity set, e
- meccanismi per lo scambio e serializzazione dei file (quali ad esempio, schema EXPRESS e XSD per l'archiviazione dei dati nei file)

All'inizio di questa sezione viene fornita una distinzione dettagliata tra lo schema dei dati, il formato del file e il file vero e proprio, gettando le basi per una comprensione più approfondita dei contenuti successivi. Viene descritta l'architettura dello schema dei dati, con particolare attenzione ai concetti di base della modellazione, come i *livelli* concettuali, le gerarchie di eredità e i domini. Su questa base, viene fornita una descrizione precisa della struttura di un file IFC, utilizzando un file STEP conforme allo schema di dati IFC. Vengono discusse le varie *entity*, la struttura spaziale degli edifici, la rappresentazione delle relazioni e l'uso delle *proprietà*. L'obiettivo è quello di fornire un quadro olistico dell'organizzazione e dell'applicazione strutturata e sistematica dello schema di dati IFC.

### 3.2.1 Panoramica dello schema dei dati, del formato del file e del file

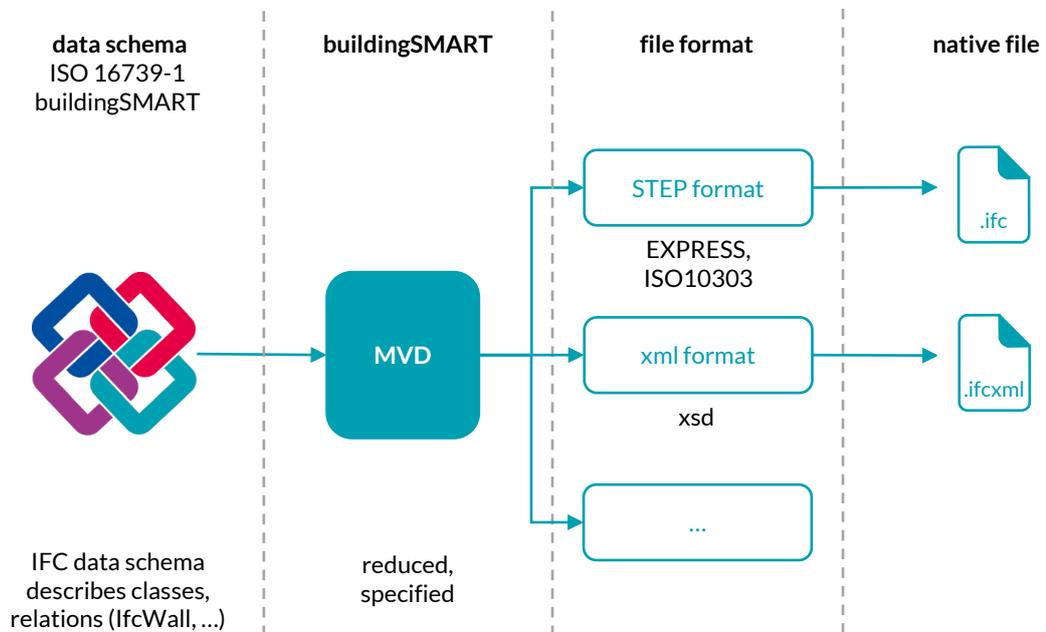
IFC è sia uno schema di dati che un formato di file (.ifc) utilizzato per trasferire i dati degli edifici. Sebbene i termini precedentemente citati abbiano significati diversi, nella pratica vengono spesso confusi l'uno con l'altro. Questa sezione spiega le differenze tra i due. Le descrizioni dettagliate dello schema dei dati e del formato del file si trovano rispettivamente nelle sezioni [sezione 3.2.2](#) e [sezione 3.2.3](#). Uno schema di dati è una descrizione formale della struttura dei dati. L'IFC come schema di dati definisce una struttura per le informazioni geometriche e alfanumeriche. Può essere considerato come un «progetto» per varie entity di elementi (ad esempio IfcWall, IfcSite, ecc.) che hanno proprietà sia geometriche che testuali. Inoltre, contiene anche i rapporti (relazioni) tra le entity. La descrizione testuale dello schema dei dati è documentata da buildingSMART (vedi codice QR). Questa documentazione completa (HTML) fa anche parte della norma ISO 16739-1.

L'importazione e l'esportazione di file IFC in un'applicazione software BIM di solito non include l'intero schema di dati IFC standardizzato ISO. Lo schema IFC è stato progettato per essere flessibile al punto da consentire molte configurazioni diverse. Un esempio è il seguente: Un muro può essere rappresentato in modi diversi, come un segmento di linea tra due punti o come una geometria 3D per la visualizzazione e l'analisi (ad



esempio solidi estrusi o superfici triangolate). Le capacità di un'applicazione software BIM per quanto riguarda lo schema dei dati IFC sono governate dalle cosiddette Model View Definitions (MVD, si veda la [sezione 3.3](#)). Le MVD specificano e riducono lo schema dei dati in base ai rispettivi requisiti degli scenari di scambio.

Gli utenti BIM incontrano solitamente i file IFC quando esportano, importano o verificano i modelli come IFC. Questi file IFC sono strutturati secondo il rispettivo formato di file e contengono entity definite dallo schema di dati IFC. Lo standard IFC si basa su diverse tecnologie esistenti (si veda la [sezione 1.2](#) sulla storia dell'IFC), motivo per cui nell'ambito di definizione dell'IFC sono descritti diversi linguaggi di modellazione dei dati e formati di file applicabili. Il formato di file di gran lunga più comune è lo STEP Physical File in conformità alla norma ISO 10303-21. L'estensione del file è .ifc e il formato è .ifc. L'estensione del file è .ifc e può essere aperto e letto con un editor di testo standard. La struttura è descritta dal linguaggio di modellazione dei dati EXPRESS, disciplinato nella Parte 11 dello standard STEP (ISO 10303-11). Oltre alla notazione testuale, lo standard definisce una notazione grafica, EXPRESS-G, per rappresentare i dati. La documentazione dello schema dati IFC4.3 contiene illustrazioni che utilizzano EXPRESS-G. Per lo scambio di dati specifici del modello sono disponibili diversi formati di file. Il file fisico STEP è disponibile anche in versione compressa, comprimendo un file IFC con un file ZIP. In questo caso, l'estensione del file è .ifczip. Altre opzioni includono l'uso di istanze XML (estensione .ifcXML). La struttura del file XML è definita come XML Schema Definition (in breve XSD). Tutti i formati di file si basano sullo stesso schema di dati IFC, con la rappresentazione dei dati che dipende dal rispettivo formato di file.



**Figura 3.6:** Relazioni tra schema dati IFC, formato file e file

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

In sintesi, lo schema dei dati IFC descrive la struttura e la relazione dei dati geometrici e alfanumerici, nonché la loro semantica. Comprende dichiarazioni standardizzate (entity elemento – ad esempio `IfcWall`, `IfcBuilding`) e le rispettive specifiche standardizzate associate per la loro descrizione alfanumerica (set di proprietà e proprietà) e geometrica. Contiene anche opzioni per la descrizione delle relazioni tra gli elementi. Sulla base di questa descrizione nello schema dei dati, le informazioni di un edificio (informazioni geometriche e alfanumeriche) sono contenute nel rispettivo formato; il formato STEP (estensione `.ifc`) è quello più comunemente utilizzato.

Nel contesto dello schema dei dati IFC, alcune entity come `IfcRoot` e `IfcElement` svolgono un ruolo strutturale, aiutando a definire e organizzare le caratteristiche delle entity subordinate. Queste entity, definite come «astratte», non vengono incluse direttamente nei file esportati, come quelli in formato `.ifc` o `.ifcxml`.

### Esempio di schema di dati, formato di file e file

Per quanto riguarda l'entity muro (`IfcWall`), la fig. 3.7 e la fig. 3.8 mostrano come lo schema dei dati IFC sia collegato al file utilizzando rispettivamente i formati STEP (`.ifc`) e XML (`.ifcxml`). La documentazione dello schema dei dati IFC in conformità allo standard ISO 16739-1 è rappresentata nella parte superiore della fig. 3.8, che elenca gli attributi richiesti per un `IfcWall` nel formato STEP. La parte inferiore dell'immagine mostra la sezione del file di un muro in formato STEP, compreso il collegamento allo schema dei dati IFC. Lo schema dei dati IFC è una specifica che definisce quali informazioni devono essere contenute nei rispettivi formati di file. Inoltre, l'estratto del file `.ifc` illustra il principale vantaggio del formato IFC rispetto ai formati nativi convenzionali: I dati del file `.ifc` non sono criptati e possono quindi essere letti con qualsiasi software di elaborazione testi (ad esempio, con un editor di testo).

La fig. 3.7 mostra le stesse informazioni relative alla stessa parete della fig. 3.8, ma in formato XML. La struttura di questi dati è definita da un file XSD (XML schema

```
<IfcWall id="i1897">
  <GlobalId>2C45vBrGbB_w_CB97snkya</GlobalId>
  <OwnerHistory>
    <IfcOwnerHistory xsi:nil="true" ref="i1648"/>
    </IfcOwnerHistory>
    </OwnerHistory>
  <Name>WandBeispiel-001</Name>
  <ObjectType>NOTDEFINED</ObjectType>
  <ObjectPlacement>
    <IfcLocalPlacement xsi:nil="true" ref="i1802"/>
    </IfcLocalPlacement>
  <Representation>
    <IfcProductDefinitionShape xsi:nil="true" ref="i1885"/>
    </IfcProductDefinitionShape>
  </Representation>
  <Tag>8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24</Tag>
  <PredefinedType>notdefined</PredefinedType>
</IfcWall>
```

collegamento all'elemento  
ref=i1648

**Figura 3.7:** Estratto di file in formato XML di un muro (estensione file `.ifcxml`)

Documentazione sullo schema dati (ISO 16739-1) – esempio IfcWall

#	Attribute	Type	Description
<b>IfcRoot (4)</b>			
1	GlobalId	IfcGloballyUniqueId	Assignment of a globally unique identifier within the entire software world.
2	OwnerHistory	OPTIONAL IfcOwnerHistory	Assignment of the information about the current ownership of that object, including owning actor, application, local identification and information captured about the recent changes of the object.
3	Name	OPTIONAL IfcLabel	Optional name for use by the participating software systems or users. For some subtypes of IfcRoot the insertion of the Name attribute may be required. This would be enforced by a where rule.
4	Description	OPTIONAL IfcText	Optional description, provided for exchanging informative comments.
<b>IfcObject (5)</b>			
5	ObjectType	OPTIONAL IfcLabel	The type denotes a particular type that indicates the object further. The use has to be established at the level of instantiable subtypes. In particular it holds the user defined type, if the enumeration of the attribute <i>PredefinedType</i> is set to USERDEFINED or when the concrete entity instantiated does not have a <i>PredefinedType</i> attribute. The latter is the case in some exceptional leaf classes and when instantiating <i>IfcBuiltElement</i> directly.
<b>IfcProduct (5)</b>			
6	ObjectPlacement	OPTIONAL IfcObjectPlacement	This establishes the object coordinate system and placement of the product in space. The placement can either be absolute (relative to the world coordinate system), relative (relative to the object placement of another product), or constrained (e.g. relative to grid axes, or to a linear positioning element). The type of placement is determined by the various subtypes of <i>IfcObjectPlacement</i> . An object placement must be provided if a representation is present.
7	Representation	OPTIONAL IfcProductRepresentation	Reference to the representations of the product, being either a representation ( <i>IfcProductRepresentation</i> ) or as a special case of a shape representation ( <i>IfcProductDefinitionShape</i> ). The product definition shape provides for multiple geometric representations of the shape property of the object within the same object coordinate system, defined by the object placement.
<b>IfcElement (13)</b>			
8	Tag	OPTIONAL IfcIdentifier	The tag (or label) identifier at the particular instance of a product, e.g. the serial number, or the position number. It is the identifier at the occurrence level.
<b>IfcWall (1)</b>			
9	PredefinedType	OPTIONAL IfcWallTypeEnum	Predefined generic type for a wall that is specified in an enumeration. There may be a property set given specifically for the predefined types.

Stralcio di un file in formato STEP di un muro (file terminante in .ifc)

Posizione 4 - in assenza di descrizione, viene utilizzato il carattere \$. Come in questo caso

Posizione 2 - collegamento alla linea numero #12=IfcOwnerHistory(...)

Posizione 1 - GUID

```
#255=...
#256= IFCWALL('2C45vBrGbB_w_CB97snkya',#12,'WandBeispiel-001',$,$,#178,#244,'8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24',,NOTDEFINED.);
#257=...
```

Figura 3.8: Schema dati IFC e schema dati STEP

definition), che serve come modello per il formato XML.

3.2.2 Nozioni di base sullo schema dati IFC

Questa sezione fornisce una panoramica sulla creazione e sullo sviluppo di IFC (oltre alla sezione 1.2), sul linguaggio di modellazione dei dati sottostante e sulla struttura dello schema dei dati.

3.2.2.1 Sviluppo e versioning di IFC

Negli anni '80, il quadro di standardizzazione «STEP – Standard for the Exchange of Product model data» è stato definito per la prima volta nello standard ISO 10303 per

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

creare interfacce uniformi tra sistemi CAD eterogenei. A metà degli anni '90, un gruppo di studi di ingegneria, imprese di costruzione e produttori di software, tra cui Autodesk, Bentley e Nemetschek, si sono riuniti per formare l'Alleanza internazionale per l'interoperabilità (IAI), successivamente ribattezzata «buildingSMART». Il loro obiettivo era quello di rendere più efficiente la standardizzazione nel settore delle costruzioni. Nel 1996, buildingSMART ha pubblicato la prima versione delle Industry Foundation Classes: IFC1.0. I produttori di software hanno implementato gli standard nei loro prodotti, che buildingSMART ha pubblicato gratuitamente e in modo neutrale rispetto ai fornitori, indipendentemente dalle certificazioni ISO. Nel 2007 è stata rilasciata la versione IFC2x3 TC1, certificata ISO per la prima volta (ISO/PAS 16739:2005). La quarta versione, IFC4, è stata pubblicata nel 2013 e certificata come standard ISO 16739 «Industry Foundation Classes (IFC) for data exchange in the construction industry and asset management». Nel 2018, IFC4 è stato rivisto in diverse fasi per diventare IFC4 ADD2 TC1 (pubblicato come ISO 16739-1:2018). In particolare, in questa revisione sono stati incorporati i requisiti dell'industria del software derivanti dai processi di certificazione del software per la vista di riferimento MVD. La versione più recente è IFC4.3 ADD2, pubblicata come ISO 16739-1:2024 nel gennaio 2024. Tutte le versioni di IFC precedentemente pubblicate, presentate nella fig. 3.9, sono disponibili nel «Database delle specifiche IFC» di buildingSMART.

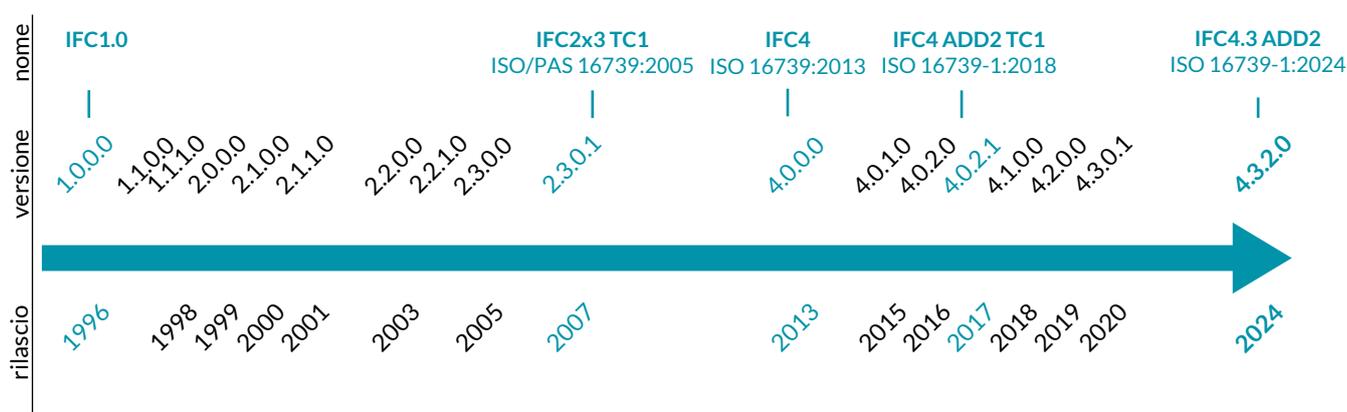


Figura 3.9: Versioni dell'IFC

Sin dallo sviluppo, buildingSMART ha utilizzato diverse notazioni e denominazioni di versione ufficiali, ad esempio IFC2.0, IFC2x3 e IFC4. In occasione del BuildingSMART Summit 2019 di Düsseldorf, buildingSMART ha presentato una nuova *notazione di versione* (logica di etichettatura), stabile in modo permanente. Questa è stata successivamente adottata ed è disponibile sul sito web di buildingSMART (cfr. fig. 3.10).



Le notazioni di versione sono composte da quattro cifre, che stanno per «Major.Minor.Addendum.Corrective». Il cambiamento della prima cifra indica modifiche significative (*major*) che possono influire sulla compatibilità. Di solito si prevede una nuova versione principale ogni 10 anni. Questa comprende un salto fondamentale nello sviluppo, ad esempio una revisione completa del concetto di MVD con IFC5 (5.0.0.0). Con le modifiche minori (*minor*) viene garantita la compatibilità dello schema «core». Le versioni minori sono quindi tappe intermedie per l'integrazione di nuove funzionalità, ad esempio l'inclusione dell'allineamento IFC in IFC4.1 (4.1.0.0) o l'inclusione dei

3.2 IFC – Industry Foundation Classes

componenti della struttura dati per le infrastrutture di trasporto (stradali e ferroviarie) in IFC4.3 (4.3.0.1). Un *addendum* può contenere miglioramenti selettivi per le funzioni esistenti, ad esempio l'introduzione di superfici NURBS per il trasferimento BREP con IFC4 Add2 (4.0.2.0). È importante notare che è garantita la compatibilità verso l'alto. Un *corrigendum* non modifica lo schema di per sé, ma singole funzioni possono essere rese obsolete (deprecazione). I *corrigendum* sono anche adeguamenti/correzioni della documentazione, ad esempio il miglioramento dello schema EXPRESS con IFC2x3 TC1 (2.3.0.1).

**Version Notation**

IFC versions are identified using the notation "*Major.Minor.Addendum.Corrigendum*".

**0.0.0.0**

**Major versions** consist of scope expansions or deletions and may have changes that break compatibility.

**Minor versions** consist of feature extensions, where compatibility is guaranteed for the "core" schema, but not for other definitions.

**Addendums** consist of improvements to existing features, where the schema may change but upward compatibility is guaranteed.

**Corrigendums** consist of improvements to documentation, where the schema does not change though deprecation is possible.

**Which version do I use?**

The latest version, IFC 4.1 is recommended for all current developments, which is fully backward compatible with IFC 4.0. Core definitions within IFC 4.1 and 4.0 are backward compatible with IFC 2x3 TC1.

Figura 3.10: Notazione delle versioni IFC



I nuovi sviluppi di una versione minore vengono rilasciati come release candidate (ad esempio IFC4.3.rc.1) in un processo standardizzato a più fasi (Project Delivery Governance, vedi codice QR), che viene specificato e monitorato dal direttore operativo di buildingSMART International (vedi fig. 3.11).

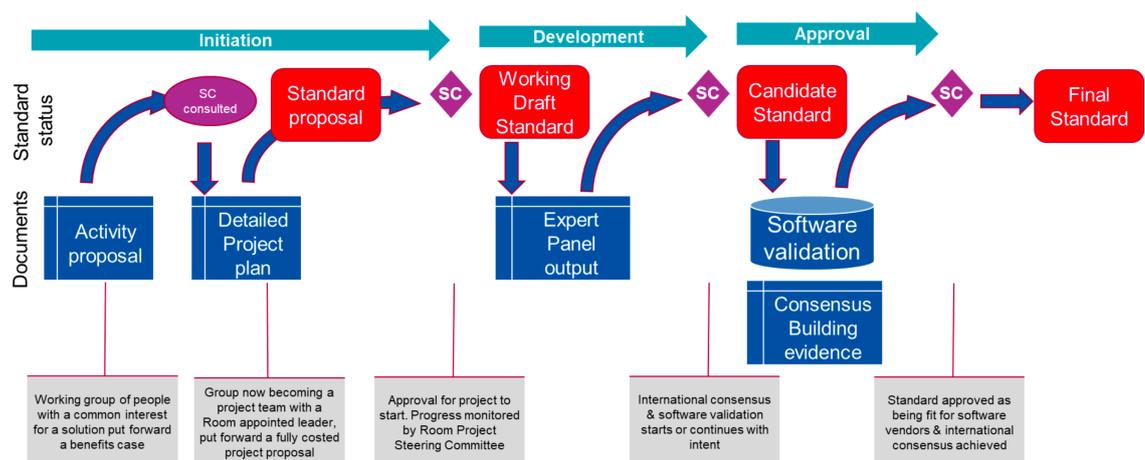


Figura 3.11: Processo di standardizzazione IFC



Sebbene la versione attualmente più utilizzata nella pratica sia IFC2x3, si nota una crescente sostituzione con IFC4 a causa della crescente disponibilità di software certificato IFC4. Questo libro fa riferimento all'ultima specifica IFC IFC4.3 (vedere il codice QR per la documentazione).

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes



### 3.2.2.2 Definizioni dei termini

Le seguenti definizioni di termini si basano sulle specifiche IFC4.3 (vedi codice QR) e sulle definizioni e traduzioni del bSDD.

#### **Entity, anche classe, classe di elementi, EntityType, elementi:**

Secondo la definizione IFC, un'entity è una classe di informazioni definita da attributi e restrizioni comuni, come specificato nella norma ISO 10303-11, e funge da base per la dichiarazione del contenuto del modello, rappresentando la base della semantica del modello. Per ogni entity sono definiti attributi standardizzati e relazioni con altre entity. Inoltre, viene implementato il concetto di ereditarietà orientato agli oggetti, il che significa che gli attributi e le relazioni vengono trasmessi dalle entity genitore alle entity figlio. IfcWall, ad esempio, eredita gli attributi *GlobalId*, *OwnerHistory*, *Name*, *Description* da IfcRoot, e gli attributi *ObjectType* ecc. da IfcObject. (vedi fig. 3.8).

#### **Entity astratta, anche classi astratte:**

Nello schema dei dati IFC le entity astratte (ad esempio IfcRoot, IfcElement ...) sono utilizzate per raggruppare le entity e trasmettere attributi comuni. Non compaiono nel file vero e proprio (.ifc, .ifcxml ...) e sono evidenziate in grigio nella gerarchia di eredità nella documentazione dello schema di dati IFC o contrassegnate con «*Abstract*» nella descrizione.

#### **Oggetto e istanza, anche esemplare, istanza di entity, istanza di elemento:**

Un oggetto è un oggetto tangibile o immaginabile che può esistere fisicamente (come un muro) o essere puramente concettuale (come un carico, una stanza o un compito). Nella modellazione orientata agli oggetti utilizzata in IFC, un oggetto viene anche chiamato istanza di un'entity. L'entity rappresenta un tipo di modello per la creazione o l'istanziamento di oggetti, descrivendo quindi la struttura e il comportamento di oggetti simili.

#### **Attributo:**

Gli attributi sono caratteristiche di un'entity. Il «*GlobalId*» e il «*name*» sono caratteristiche di questo tipo. Gli attributi possono quindi essere obbligatori (*GlobalId*) o facoltativi (*name*). Gli attributi obbligatori sono forniti o richiesti dal software, altrimenti non è possibile creare una struttura dati valida.

#### **Quantità:**

Una quantità è un dato fondamentale che deriva dalle proprietà fisiche di un oggetto, ad esempio la superficie di una stanza o il volume di un componente. Le unità di misura possibili per le quantità sono, ad esempio, lunghezza, area, volume, peso, numero e tempo.

#### **Quantity set:**

Un set di quantità è un contenitore specifico in cui le quantità sono assegnate a un'entity. La sua denominazione dipende dall'entity associata, ad esempio *Qto\_ActuatorBaseQuantities* per *IfcActuator*. I set di quantità che iniziano con «*Qto\_*» sono set standardizzati ISO che contengono quantità predefinite. È possibile trasferire anche set di quantità individuali. Tuttavia, per la determinazione delle quantità, ad esempio

per le gare d'appalto, si devono utilizzare solo gli insiemi di quantità e le quantità standardizzate ISO.

#### Proprietà:

Una proprietà è un'unità di informazione definita dinamicamente come istanza dell'entity *IfcProperty*. È una caratteristica che può essere utilizzata per descrivere attivamente la natura di un oggetto, come la proprietà «*FireRating*», che fornisce informazioni sulla classe di resistenza al fuoco di un oggetto.

#### Property set:

L'*IfcPropertySet* è un contenitore che contiene proprietà in una struttura ad albero. Alcuni set di proprietà predefiniti sono contenuti nella norma ISO 16739-1 e nel bSDD. Per una spiegazione più dettagliata si rimanda alla [sezione 3.2.3.6](#). Inoltre, è possibile definire qualsiasi insieme di proprietà e proprietà definito dall'utente, ma gli insiemi di proprietà definiti dall'utente non devono iniziare con il prefisso «Pset\_».



#### Nomenclatura:

I nomi dei tipi di dati sono scritti utilizzando la notazione maiuscola (CamelCase). Le prime lettere delle parole sono maiuscole, senza sottolineature tra le singole parole. Un esempio di questa notazione è *OwnerHistory*. Lo schema dei dati IFC definisce le seguenti convenzioni di denominazione (vedere il codice QR):

- Tipi, entity, regole e funzioni hanno il prefisso «Ifc».
- Attributi e entity non hanno un prefisso.
- Property set che fanno parte dello standard IFC, hanno il prefisso «Pset\_».
- Quantity set che fanno parte dello standard IFC, hanno il prefisso «Qto\_».

#### 3.2.2.3 Struttura a strati (layer)

Lo schema dei dati IFC è molto esteso. Oltre alla struttura gerarchica, sono stati introdotti quattro livelli concettuali per migliorare la manutenibilità (si veda il codice QR precedente sulla *convenzione di denominazione*). La descrizione dei livelli in questa sezione è importante per la manutenzione e la cura dello schema dei dati ed è principalmente di interesse per coloro che sono direttamente coinvolti nella manutenzione. I quattro livelli concettuali sono:

##### 1. Core Layer

Questo primo livello contiene le entity più elementari del modello di dati. Esse possono essere referenziate, cioè riutilizzate e concretizzate, dalle entity del *livello di interoperabilità* e del *livello disciplinare*. Qui vengono definite le strutture di base, le relazioni fondamentali e i concetti generali. Esempio: Tutte le entity dei tre livelli presentati nella fig. 3.12 hanno un GUID (*Globally Unique Identifier*).

Il *core layer* è costituito dal *kernel* (core) e dai tre sotto-schemi di *estensione del core* (schemi di estensione), utilizzati per raggruppare le entity di base:

- Il **kernel** contiene l'entity più astratta, *IfcRoot*, che è l'entity genitore di tutte le entity dei primi tre livelli. Le entity figlie dirette di *IfcRoot* sono *IfcObjectDefinition*, *IfcPropertyDefinition* e *IfcRelation*. *IfcObjectDefinition* è un'entity padre per le entity che consentono l'istanziamento e la tipizzazione di oggetti, persone e processi

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

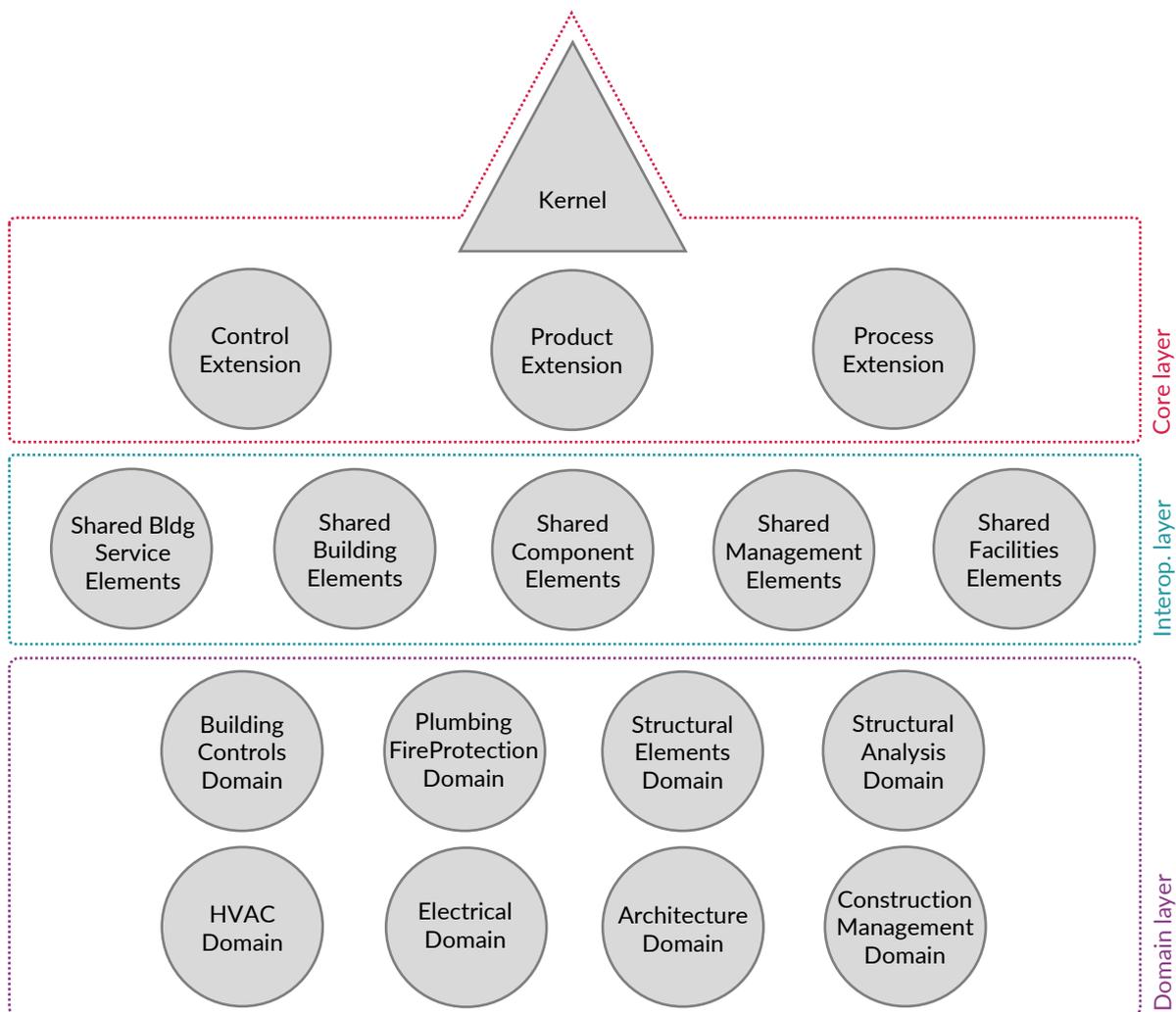


Figura 3.12: Illustrazione della struttura stratificata

fisicamente tangibili o esistenti. Queste includono, ad esempio, *IfcContext* (con le entity subordinate *IfcProject* e *IfcProjectLibrary*), *IfcElement*, *IfcSpatialElement* (con le entity figlie: *IfcSite*, *IfcBuilding*, *IfcSpace* ecc.), *IfcElementType*, *IfcStructuralActivity*, *IfcStructuralItem*, *IfcActor*, *IfcProcess* e *IfcResource*. *IfcPropertyDefinition* contiene entity per raggruppare le proprietà e per fornire modelli di proprietà. Esempi di entity associate sono *IfcPropertySet*, *IfcQuantitySet*, *IfcPropertyTemplateDefinition* e *IfcPreDefinedPropertySet*. Il concetto di proprietà è descritto in dettaglio nella [sezione 3.2.3](#). *IfcRelation* è l'entity sovraordinata per tutti gli oggetti relazione utilizzati per collegare le entity. Descrive relazioni tra oggetti, proprietà e oggetti e proprietà.

- L'**control extension** dichiara le entity di base per gli oggetti di controllo (*IfcControl* e *IfcPerformanceHistory*, ecc.) e le entity di relazione per assegnare questi oggetti di controllo ad altri oggetti (come *IfcRelAssignsToControl*). *IfcControl* contiene entity che controllano o limitano l'uso di prodotti, processi e risorse attraverso regole, richieste o istruzioni.
- L'**product extension** è specializzata in entity di oggetti fisici che di solito hanno una forma e una posizione all'interno del progetto. Si tratta, ad esempio, di

elementi per la creazione di una struttura spaziale del progetto e di elementi di costruzione. Le informazioni sul prodotto sono fornite per gli oggetti come entity figlie di *IfcProduct* e per i tipi di oggetto come entity figlie di *IfcTypeProject*.

- L'**process extension** estende il concetto di *IfcProcess* descritto nel kernel. Contiene entity per la mappatura logica dei processi e per la pianificazione delle attività e del lavoro. L'obiettivo è quello di mappare le informazioni utilizzate di frequente nelle applicazioni di mappatura e pianificazione dei processi. Esempi di entity dello schema sono *IfcTask*, *IfcWorkPlan* e *IfcEvent*. *IfcTask* è utilizzato per unità di lavoro identificabili, ad esempio come parte del processo di progettazione o costruzione. Un *IfcWorkPlan* è un piano di lavoro che può fare riferimento ad altri piani di lavoro dell'entity *IfcWorkSchedule*, a compiti dell'entity *IfcTask* e alle risorse necessarie. *IfcEvent* è utilizzato per registrare azioni che innescano risposte o reazioni, ad esempio per identificare un momento in cui viene rilasciata un'informazione.

#### 2. Interoperability Layer

Questo *livello* contiene entity che possono essere utilizzate in diverse discipline e scambiate tra loro. Possono essere referenziate e specializzate da tutte le entity che si trovano sotto di loro nella gerarchia, cioè nel *livello del dominio*.

- Il componente più importante di questo livello è lo schema *Shared Building Elements*, che contiene importanti entity componente come *IfcWall* e *IfcSlab*. Queste e altre entity figlie di *IfcElement* sono utilizzate per rappresentare le parti funzionali più importanti di un edificio. Le entity del *livello di interoperabilità* sono derivate da entity del *core layer*, come nel caso delle entity dello schema *Shared Building Elements* da *IfcElement*.
- Lo schema *Shared Building Service Elements* definisce entity per la modellazione dei sistemi di flusso e distribuzione ed elenchi di caratteristiche per la descrizione dei servizi dell'edificio, come le proprietà di flusso, le proprietà elettriche e le proprietà termiche degli ambienti.
- Lo schema *Shared Component Elements* contiene concetti per varie piccole parti, come accessori ed elementi di fissaggio. Un'entity degna di nota è *IfcElementComponent*, che fornisce una rappresentazione per gli elementi più piccoli che non sono rilevanti per quanto riguarda la struttura complessiva dell'edificio, ad esempio gli elementi di fissaggio.
- *Shared Management Elements* definisce concetti per la gestione del progetto. Le entity dello schema sono entity subordinate di *IfcControl*. L'obiettivo è fornire entity informative che supportino il controllo dell'ambito, dei costi e dei tempi del progetto.
- *Shared Facilities Elements* definiscono le entity di base per la gestione delle strutture (FM), comprese le entity per la mappatura degli arredi e di altri elementi.

#### 3. Domain Layer

Questo livello organizza le entity degli elementi in base alle discipline costruttive. Gli elementi sono utilizzati per rappresentare gli edifici e sono organizzati in *domini (schemi di dati specifici per disciplina)*, come la disciplina *IfcArchitectureDomain* o la disciplina *IfcHVACDomain* (corrispondenti alla tipica divisione delle discipline di progettazione). Il livello contiene schemi che contengono specializzazioni di prodotti, processi o risorse specifiche per una delle otto discipline (*domini*). Un esempio è lo schema della *Disciplina Architettura*, che contiene *IfcDoor* e *IfcWindow*. Le entity di questo livello non possono

### 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

essere referenziate o ulteriormente specializzate da nessun altro livello. Questa dichiarazione consente di assegnare chiaramente le responsabilità o di filtrare il contenuto del modello durante l'importazione o l'esportazione. Inoltre, lo *shared element data schema* fornisce una restrizione gestita in parallelo delle entity degli elementi che sono utilizzate da diverse discipline contemporaneamente. Un esempio è rappresentato dagli *IfcSharedBldgElements*, come pareti, soffitti, colonne e travi. Questi elementi sono utilizzati in egual misura sia dall'architettura che dall'ingegneria strutturale.

#### 4. Resource Layer

Questo livello separato (si veda la fig. 3.13) contiene tutti gli schemi che contengono definizioni di risorse di supporto. Poiché queste entity non sono entity figlie di *IfcRoot* (per questo sono chiamate anche entity non radicate), non hanno un GUID e non possono esistere come elementi indipendenti. Devono essere referenziate da almeno un'entity di uno degli altri tre livelli. Esempi di queste entity sono *IfcMaterial*, *IfcCartesianPoint*, *IfcFacetedBrep*, *IfcPerson*, *IfcPropertySingleValue*, *IfcObjective* o *IfcRegularTimeSeries*. Le entity essenziali del layer sono, ad esempio, *MaterialResource*, *GeometricModelResource* e *PropertyResource*.

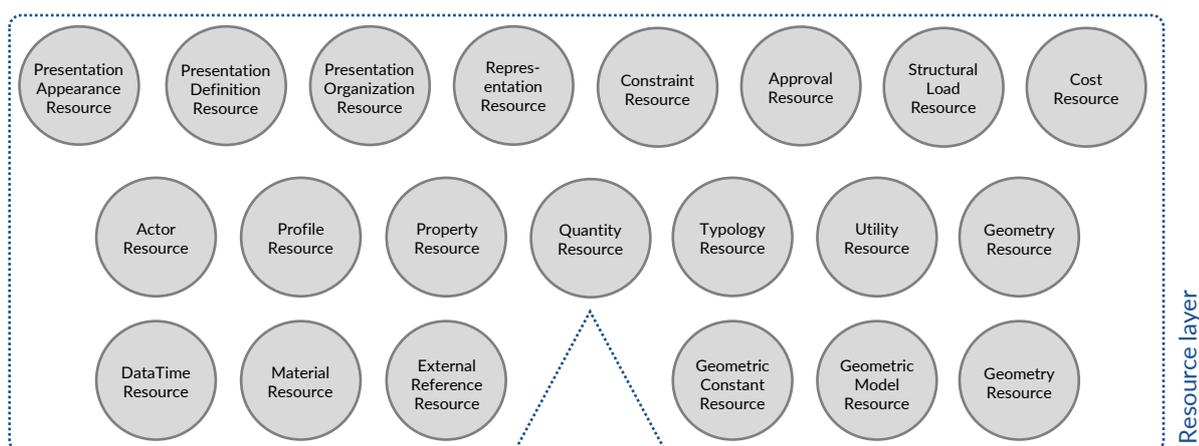


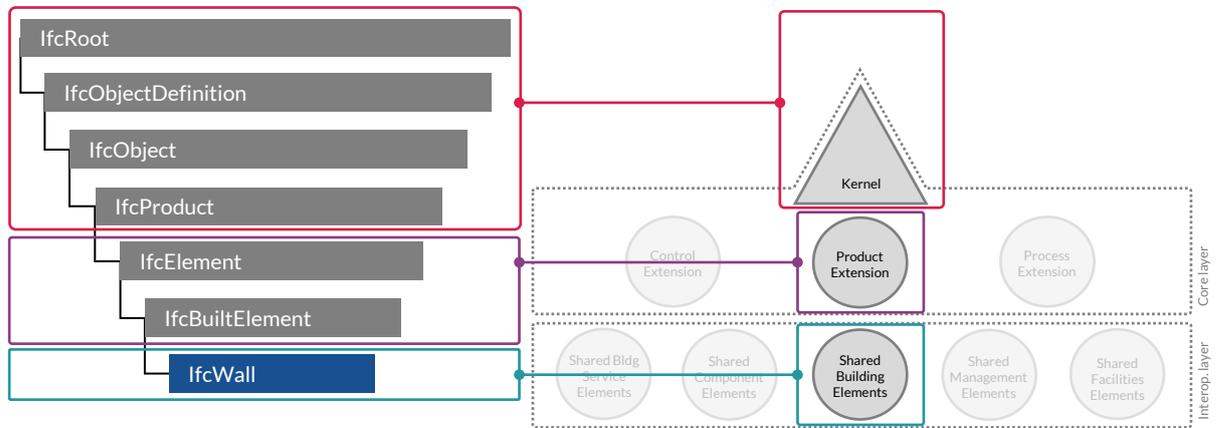
Figura 3.13: Ressource Layer

I livelli concettuali dell'architettura dello schema dei dati sono illustrati nella fig. 3.14 sulla base di un caso d'uso. L'entity *IfcWall* (vedi codice QR) fa parte dello *shared building elements schema*, che si trova nell'*Interoperability Layer*. È un'entity figlia di *IfcBuiltElement* dello schema *Product Extension* nel *core layer*. La struttura di ereditarietà prosegue verso l'alto attraverso le entity padre *IfcElement* e *IfcProduct* (entrambe nel *Product Extension Schema*) e le entity *IfcObject* e *IfcObjectDefinition* nel kernel, fino alla più astratta di tutte le entity: *IfcRoot*. *IfcRoot* è l'origine di tutte le entity del *Core Layer*, del *Interoperability Layer* e del *Domain Layer*.



#### 3.2.2.4 Gerarchia di ereditarietà

Lo schema dei dati è strutturato secondo la logica dell'ereditarietà. L'entity di primo livello è *IfcRoot* (ad eccezione delle entity del *Resource Layer*). Sulla base di questa entity, le relazioni e gli attributi sono ereditati in IFC. In programmazione, l'ereditarietà significa che un'entity subordinata (figlio) può ereditare le proprietà di una o più entity



**Figura 3.14:** Collegamento della struttura stratificata con la gerarchia ereditaria

di livello superiore (genitore). Le entity figlio hanno quindi informazioni aggiuntive e rappresentano delle specializzazioni. L'ereditarietà degli attributi viene spiegata di seguito utilizzando l'entity `IfcWall`. La fig. 3.15 mostra la gerarchia di ereditarietà di `IfcWall` con l'entity padre `IfcBuiltElement`.

Fino a IFC4 incluso, il nome dell'entity padre di `IfcWall` era `IfcBuildingElement`. Oltre a `IfcBuildingElement` (edilizia), esisteva anche `IfcCivilElement` (ingegneria civile) (segnato in rosso nella figura). Tuttavia, molti elementi della costruzione di edifici sono utilizzati anche nell'ingegneria civile; per questo motivo, la costruzione di edifici e l'ingegneria civile sono stati combinati in `IfcBuiltElement`, mentre `IfcCivilElement` è stato eliminato a partire da IFC4.3.

Esempi di entity che si trovano nella stessa gerarchia di `IfcWall` sono `IfcBeam` e `IfcSlab`. `IfcWall` riceve gli attributi disponibili dalle entity `IfcRoot`, `IfcObjectDefinition`, `IfcObject`, `IfcProduct`, `IfcElement`, `IfcBuiltElement` e da `IfcWall` stesso.

La fig. 3.16 elenca gli attributi di `IfcWall`, organizzati in base alla loro origine (si veda il codice QR per `IfcWall`). Mostra quali caratteristiche sono ereditate dagli attributi delle entity genitore. La figura mostra gli attributi di `IfcRoot` che sono ereditati da tutte le entity che hanno origine nel kernel, cioè tutte tranne quelle del *livello risorse*. `IfcRoot` costituisce quindi la radice dell'albero di ereditarietà della maggior parte delle entity nello schema dei dati IFC. Fornisce l'attributo *GlobalId* (`IfcGloballyUniqueId` – GUID), che è necessario per identificare univocamente gli oggetti. Il GUID viene generato automaticamente ed è un numero di 128 bit che viene compresso in un numero di 22 cifre per ridurre lo spazio di archiviazione richiesto per lo scambio di dati. L'attributo *OwnerHistory* è un altro attributo di `IfcRoot` e fornisce informazioni sulla proprietà attuale e passata e sul momento dell'ultima modifica dell'oggetto. Gli attributi *Name* e *Description* offrono la possibilità di aggiungere un nome o un commento. L'unico attributo di `IfcWall` che non è ereditato da un'entity genitore è il *PredefinedType* (si veda la [sezione 3.2.3.2](#))

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

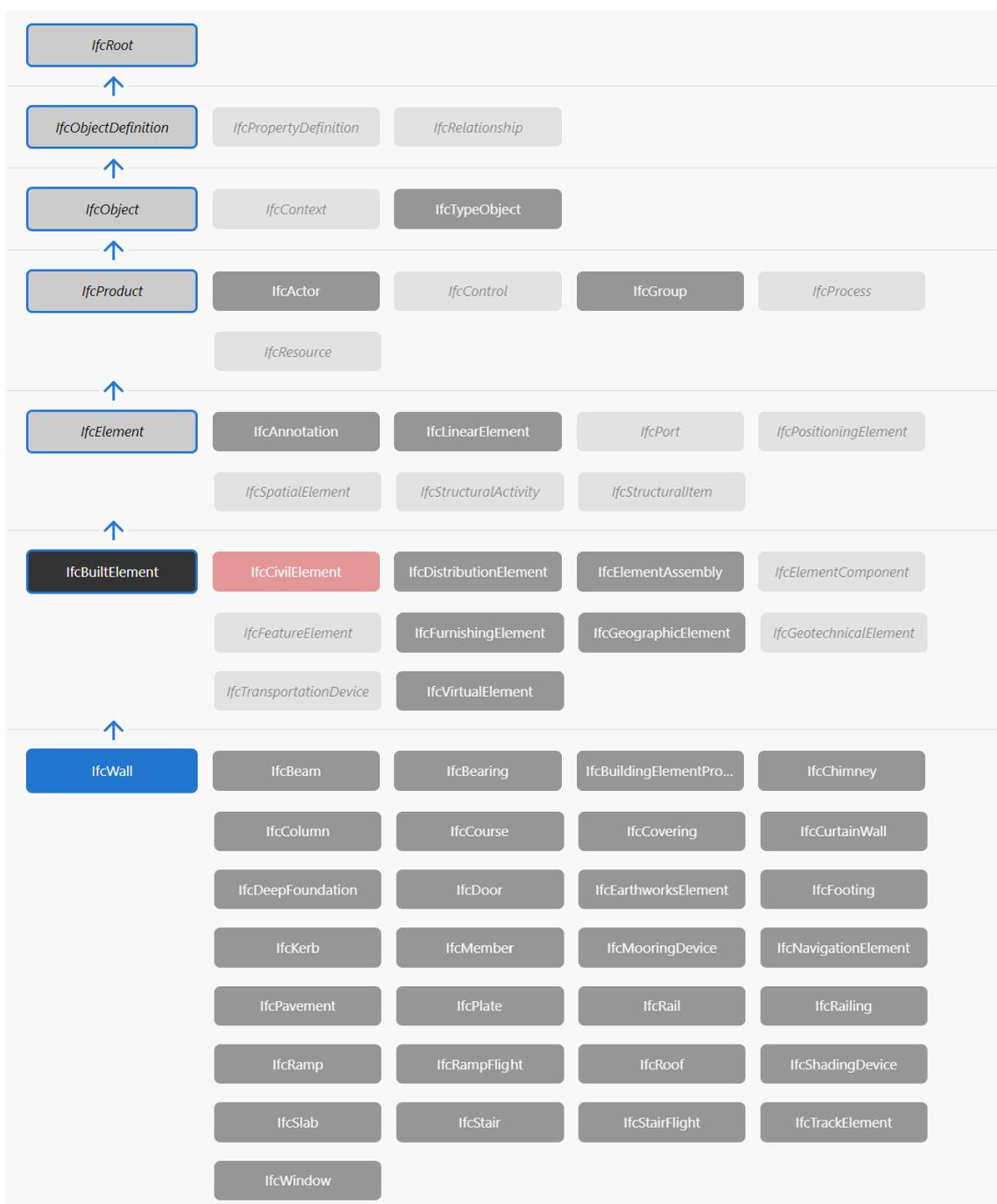


Figura 3.15: Rappresentazione dell'ereditarietà dell'entity IfcWall nello schema dati IFC



### 3.2.3 Contenuto di un file IFC

Questa sezione approfondisce la comprensione dello schema dei dati IFC esaminando in dettaglio il contenuto di un file IFC, supportato da esempi nel formato STEP. Per ridurre la complessità e facilitare la comprensione, la descrizione si concentra su alcuni aspetti dello schema dei dati IFC piuttosto che sulla sua interezza. Per garantire una descrizione chiara e comprensibile, il contenuto del file IFC è suddiviso nelle seguenti cinque categorie:

3.2 IFC – Industry Foundation Classes

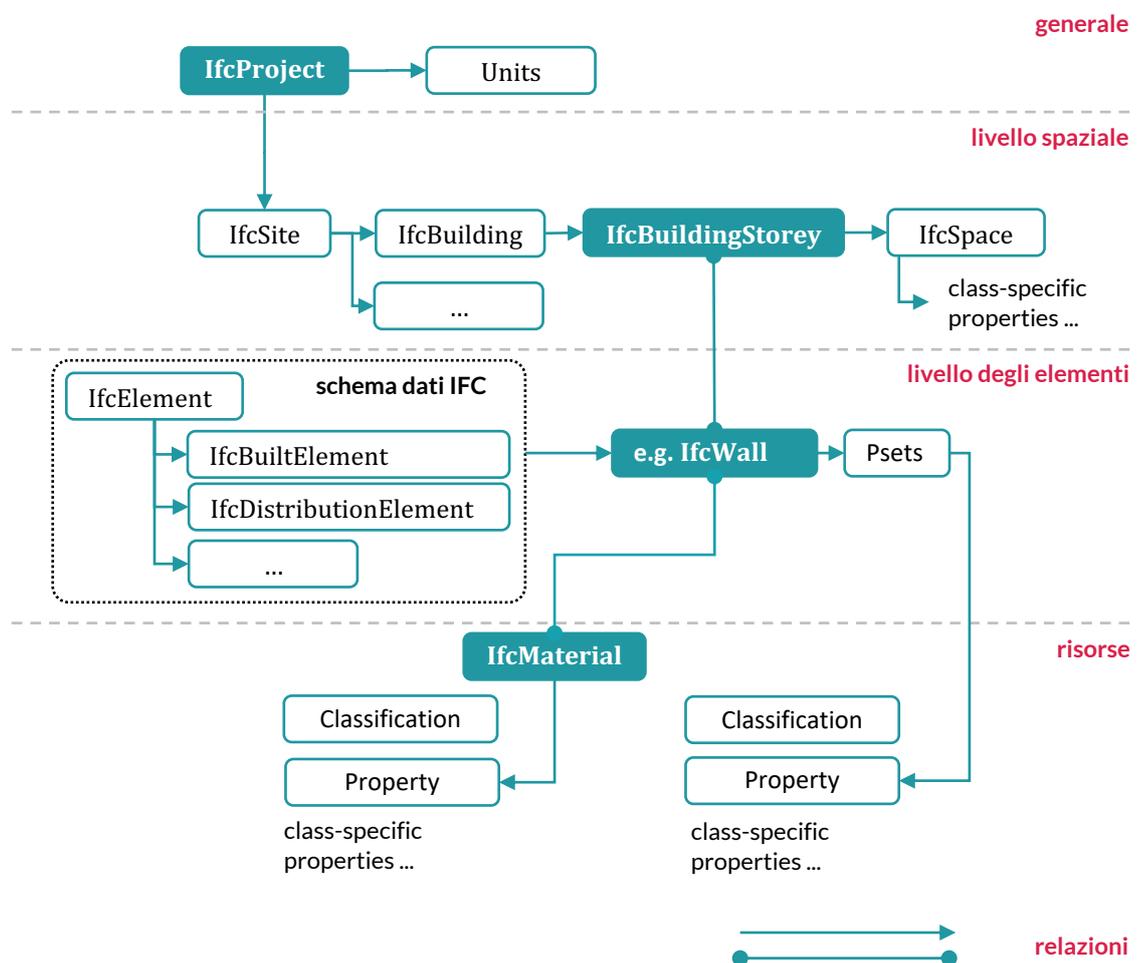
1. Contenuto generale (intestazione, organizzazione, unità),
2. Spatial level,
3. element level,
4. resources,
  - a. *materiale*,
  - b. *proprietà*,
  - c. *classificazione* (vedi sezione 3.8 sul bSDD) e
5. *relazioni*.

Questo approccio sistematico ha lo scopo di promuovere una buona comprensione dello schema dei dati IFC e di dimostrarne l'applicazione pratica, in particolare quando si utilizza il formato di file STEP. La fig. 3.17 mette in relazione tutte le categorie. Ogni file IFC ha l'entity *IfcProject*. Lo *Spatial Level* (proprietà, piano, stanze con funzioni) si basa su di essa nel modello. Gli *elementi* (ad esempio, pareti, soffitti) sono quindi incorporati nello *Spatial Level* e documentati nello schema dei dati in vari gruppi (ad esempio, *IfcBuiltElement*, *IfcDistributionElement*). Le *relazioni* sono utilizzate per collegare gli *elementi* e lo *spatial level*. Un *elemento* ha anche *relazioni* con la *classificazione*, *l'insieme di proprietà* e il *materiale* (*IfcMaterial*). Il *materiale* stesso può a sua volta avere le proprie relazioni con le *classificazioni* e le *proprietà*. Purtroppo, l'assegnazione dei *materiali* è implementata in modo molto eterogeneo nelle applicazioni software BIM attualmente

#	Attribute	Type	Description	Attributi da IfcRoot
<b>IfcRoot (4)</b>				
1	GlobalId	IfcGloballyUniqueId	Assignment of a globally unique identifier within the entire software world.	
2	OwnerHistory	OPTIONAL IfcOwnerHistory	Assignment of the information about the current ownership of that object, including owning actor, application, local identification and information captured about the recent changes of the object.	
3	Name	OPTIONAL IfcLabel	Optional name for use by the participating software systems or users. For some subtypes of <i>IfcRoot</i> the insertion of the Name attribute may be required. This would be enforced by a where rule.	
4	Description	OPTIONAL IfcText	Optional description, provided for exchanging informative comments.	
<b>IfcObject (5)</b>				
5	ObjectType	OPTIONAL IfcLabel	The type denotes a particular type that indicates the object further. The use has to be established at the level of instantiable subtypes. In particular it holds the user defined type, if the enumeration of the attribute <i>PredefinedType</i> is set to USERDEFINED or when the concrete entity instantiated does not have a <i>PredefinedType</i> attribute. The latter is the case in some exceptional leaf classes and when instantiating <i>IfcBuiltElement</i> directly.	
<b>IfcProduct (5)</b>				
6	ObjectPlacement	OPTIONAL IfcObjectPlacement	This establishes the object coordinate system and placement of the product in space. The placement can either be absolute (relative to the world coordinate system), relative (relative to the object placement of another product), or constrained (e.g. relative to grid axes, or to a linear positioning element). The type of placement is determined by the various subtypes of <i>IfcObjectPlacement</i> . An object placement must be provided if a representation is present.	
7	Representation	OPTIONAL IfcProductRepresentation	Reference to the representations of the product, being either a representation ( <i>IfcProductRepresentation</i> ) or as a special case of a shape representation ( <i>IfcProductDefinitionShape</i> ). The product definition shape provides for multiple geometric representations of the shape property of the object within the same object coordinate system, defined by the object placement.	
<b>IfcElement (13)</b>				
8	Tag	OPTIONAL IfcIdentifier	The tag (or label) identifier at the particular instance of a product, e.g. the serial number, or the position number. It is the identifier at the occurrence level.	
<b>IfcWall (1)</b>				
9	PredefinedType	OPTIONAL IfcWallTypeEnum	Predefined generic type for a wall that is specified in an enumeration. There may be a property set given specifically for the predefined types.	

Figura 3.16: Ereditarietà degli attributi nel caso di un *IfcWall*

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes



**Figura 3.17:** Struttura di un file IFC

disponibili sul mercato. Questa situazione è destinata a cambiare nel medio termine con la norma ISO 23386. Questo standard per le *DataSheets* regola l'interazione tra le informazioni sull'edificio e quelle sui materiali o sui prodotti. L'IFC5 potrebbe quindi portare a un cambiamento nella struttura dei dati dei materiali.

#### **Materiale:**

La separazione coerente delle proprietà dei materiali e degli elementi è essenziale per una struttura standardizzata, ma non è ancora completamente implementata. Un esempio è l'entity *IfcWall*, per la quale le informazioni sulle proprietà del materiale possono essere inserite tramite il set di proprietà *Pset\_ConcreteElementGeneral*. Tuttavia, questo dovrebbe essere riservato alle entity *IfcMaterial*. La separazione coerente ha lo scopo di garantire che i materiali non compaiano più volte nella struttura, ma che siano semplicemente referenziati più volte.

#### **3.2.3.1 Contenuti generali**

Un file IFC può essere aperto con qualsiasi editor di testo. Ogni file IFC è composto da una sezione HEADER e da una sezione DATA. La sezione HEADER contiene informazioni sulla definizione della vista del modello, il nome e il percorso del file, l'autore, il software

utilizzato e lo schema di dati IFC utilizzato per l'esportazione. Una sezione HEADER può avere il seguente aspetto:

```
ISO-10303-21;
HEADER;FILE_DESCRIPTION(('no view'),'2;1'); FILE_NAME('C://il/percorso/del/file.
ifc','Linda'),('Software Name', 'Konrad-Zu 1, Germany'), 'EDMsix Version 2.0100
.09 Sep 7 2016','Allplan 2019.1 24.06.2019 16:10:06',''); FILE_SCHEMA(('IFC4'));
ENDSEC;
```

La sezione DATA, presentata nella fig. 3.18, contiene tutte le informazioni sul progetto. Nel formato STEP Physical File Format, a ciascuna istanza viene assegnato un identificatore interno al file (*ExpressID*), che consiste in un numero preceduto da un carattere #. Questi sono utilizzati per i riferimenti tra le entity. Nella fig. 3.18, ad esempio, *IfcWall* fa riferimento a *IfcOwnerHistory*. La prima sezione contiene informazioni sul *creatore*, sull'*organizzazione* e su *IfcOwnerHistory*. Successivamente, vengono definite le unità.

```
DATA;
#1= IFCPERSON($,'Nicht definiert',$,$,$,$,$);
#3= IFCORGANIZATION($,'Nicht definiert',$,$,$);
#7= IFCPERSONANDORGANIZATION(#1,#3,$);
#10= IFCORGANIZATION(GX,'X','X',$,$);
#11= IFCAPPLICATION(#10,'XXX','XXX','IFC add-on version: 3001 AUT FULL');
#12= IFCOWNERHISTORY(#7,#11,$,..NOCHANGE..,$,$,$,1704713129);
#13= IFCSIUNIT(*,..LENGTHUNIT,..METRE.);
#14= IFCSIUNIT(*,..AREAUNIT,..SQUARE_METRE.);
#15= IFCSIUNIT(*,..VOLUMEUNIT,..CUBIC_METRE.);
... Riferimento con l'identificatore #12 alla classe IfcOwnerHistory
#256= IFCWALL('2C45vBrGbB_w_CB97snkya'#12,'WandBeispiel-001',
$,,$,#178,#244,'8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24',..NOTDEFINED.);
...
```

Figura 3.18: Inizio della sezione DATA

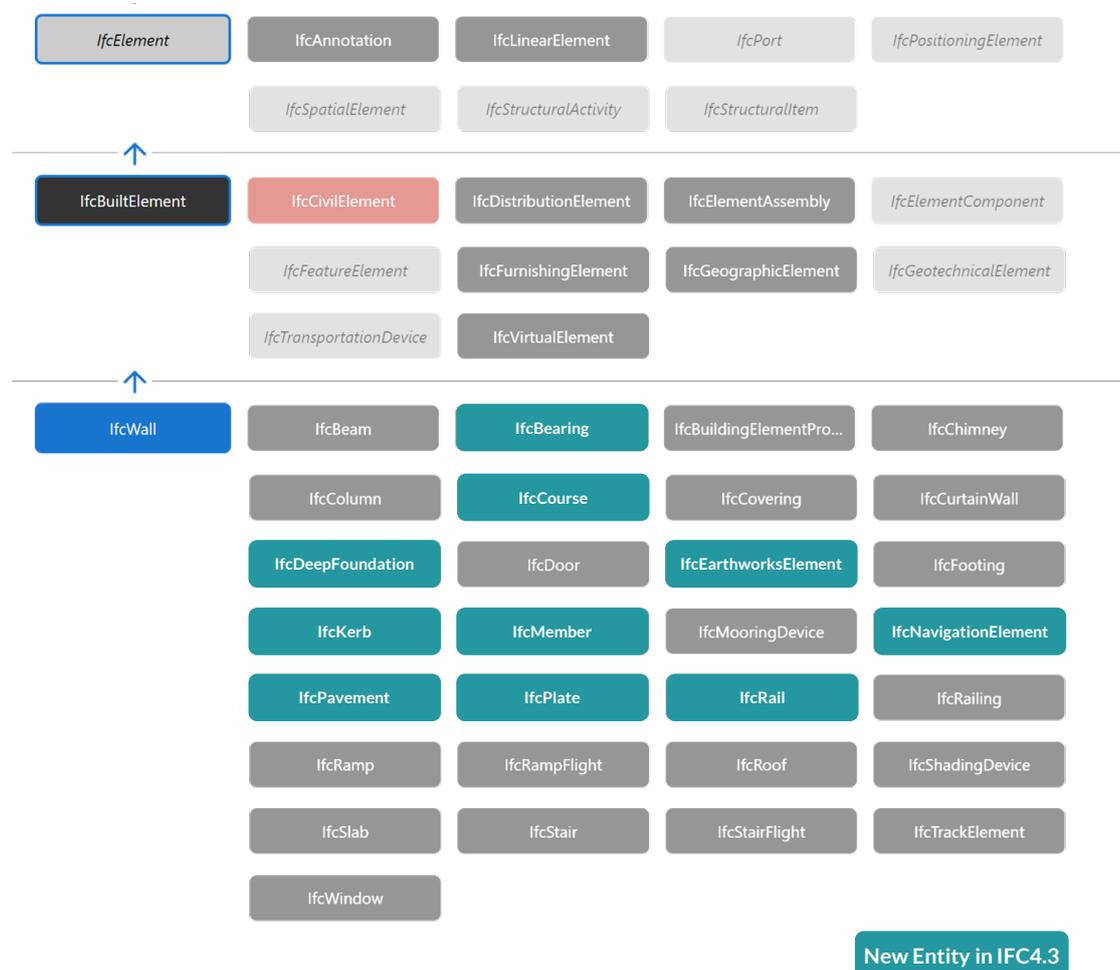
### 3.2.3.2 Livello dell'elemento – *IfcElement* e le sue entity figlie

Il componente di base per il livello elemento è l'entity astratta *IfcElement*. *IfcElement* è una generalizzazione di tutti i componenti fisicamente esistenti che costituiscono un edificio. È un'entity genitore per diversi elementi particolarmente importanti che sono necessari per descrivere gli edifici. La fig. 3.19 mostra tutte le entity figlie di *IfcElement* sulla sinistra. L'entity figlia di *IfcElement* *IfcBuiltElement* è particolarmente importante per gli edifici. Le sue entity figlie sono elementi come *IfcWall*, *IfcSlab*, *IfcColumn* e *IfcWindow*. Con IFC4.3, *IfcBuiltElement* contiene anche elementi organizzati orizzontalmente che si trovano nei sistemi di infrastrutture lineari per la costruzione di strade, ponti e ferrovie (ad esempio *IfcCourse*, *IfcRail*).

Un'altra entity figlia di *IfcElement* è *IfcDistributionElement*, che contiene elementi per i sistemi di alimentazione utilizzati nel settore MEP. Questi possono essere utilizzati, tra gli altri, per i sistemi di riscaldamento e raffreddamento, per i sistemi di acque reflue e per i sistemi elettrici.

Le entity figlie di *IfcElement* hanno una chiara definizione del loro campo di applicazione. Questa è accompagnata da una limitazione delle loro funzionalità geometriche

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes



**Figura 3.19:** Illustrazione delle diverse entity figlie di un IfcElement

(posizione, percorso, dimensione), degli insiemi di quantità che possono essere derivati da esse e delle proprietà che sono fundamentalmente necessarie per la descrizione (organizzate in Psets). Ad esempio, un IfcWall ha il set di proprietà Pset\_WallCommon e le proprietà associate. Inoltre, il *material layer set* fornisce per ogni entity una specifica concreta per l'assegnazione dei materiali. La definizione di IfcWall può essere specificata per strati, strato esterno, strato di riempimento ed interno (con IfcCovering). La declaratoria del materiale consente di definire liberamente i materiali per i quali è possibile trasportare proprietà liberamente definite. Sebbene la specifica IFC offra proprietà dettagliate e predefinite per i materiali, queste non sono ancora state implementate in tutte le applicazioni software BIM. In generale, l'introduzione dei *DataTemplate* (in conformità alle norme ISO 23386/23387) dovrebbe portare a un cambiamento nel modo in cui vengono gestiti i dati degli edifici (IFC) e le informazioni sui prodotti (*DataTemplate*).

L'entity IfcBuildingElementProxy fornisce un elemento per qualsiasi area applicativa per la quale la specifica IFC utilizzata non ha ancora una semantica, ovvero un'entity figlia adeguata di IfcElement. In rari casi, se un'entity specificata non è implementata in un'applicazione, è possibile utilizzare IfcBuildingElementProxy. Tuttavia, in questi casi, è necessario assicurarsi che questa deviazione sia comunicata all'interno del

team di progetto (di solito nel BIM Execution Plan). La nuova ISO 16739-1:2024 per IFC4.3 raccomanda l'uso di `IfcBuiltElement` invece di `IfcBuildingElementProxy` se abilitato dal software. Attualmente `IfcBuildingElementProxy` è ancora frequentemente utilizzato nei progetti di infrastrutture di trasporto elaborati con IFC2x3, poiché le applicazioni software BIM attualmente implementate offrono un supporto stabile solo per questa entity.

### PredefinedType

Le entity possono essere individuate in maniera più dettagliata specificando il tipo. Ciò è possibile grazie al campo «*PredefinedType*» (cfr. fig. 3.20, posizione 9). Si tratta di un'informazione aggiuntiva che può essere utilizzata per restringere le proprietà necessarie. Il tipo di entity (ad esempio, `IfcWall`) rimane inalterato. Molte entity figlie di `IfcElement` hanno già tipi predefiniti nello schema dei dati IFC, chiamati dichiarazioni *PredefinedType*. `IfcWall`, ad esempio, ha tipi predefiniti come «MOVEABLE», «SOLID-WALL», «NOTDEFINED». La fig. 3.20 mostra tre muri (`IfcWall`) con diverse definizioni di *PredefinedType* in un file STEP. A ogni entity figlia di `IfcElement` può essere assegnato il *PredefinedType* USERDEFINED, per cui qualsiasi tipo può essere definito sotto l'attributo *ObjectType* (ad esempio, attico). Nei requisiti informativi di scambio (EIR) le proprietà possono quindi essere assegnate non solo a livello di entity (ad esempio `IfcWall`), ma anche a livello di *PredefinedType* (ad esempio `IfcWall.USERDEFINED.ATTICO`). Inoltre, tutte le dichiarazioni USERDEFINED utilizzate devono essere standardizzate per il team di progetto nell'EIR o nel BEP.

```
#256= IFCWALL('2C45vBrGbB_w_CB97snkya',#12,'WandBeispiel-001'
,$,$,#178,#244,'8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24',.NOTDEFINED.);
#256= IFCWALL('2C45vBrGbB_w_CB97snkya',#12,'WandBeispiel-001'
,$,$,#178,#244,'8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24',.MOVEABLE.);
#256= IFCWALL('2C45vBrGbB_w_CB97snkya',#12,'WandBeispiel-001'
,$,.ATTIKA,#178,#244,'8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24',.USERDEFINED.);
```

**Figura 3.20:** Rappresentazione dei diversi tipi di `IfcWall` nel formato STEP

### IfcBuildingElementPart

Nella struttura IFC esistono entity specifiche per vari elementi. Gli elementi parete, ad esempio, possono essere rappresentati da `IfcWall` e i soffitti da `IfcSlab`, con gli elementi definiti geometricamente da soli. Tuttavia, i singoli elementi possono anche essere costituiti da diversi strati o parti (`IfcBuildingElementPart`) con la propria geometria, consentendo la rappresentazione di strutture geometricamente complesse, ad esempio gli strati di un muro possono essere definiti ciascuno come `IfcBuildingElementPart` e l'intera struttura del muro come `IfcWall`.

Dato che IFC4 `IfcBuildingElementPart` può contenere anche set di proprietà e proprietà. Nella maggior parte degli EIR, tuttavia, i requisiti informativi sono definiti a livello di componente o di entity (ad esempio, `IfcWall`). Le informazioni strato per strato possono essere trasmesse anche attraverso il materiale (si veda la [sezione 3.2.3.5](#)), che viene assegnato alla rispettiva `IfcBuildingElementPart`.

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes



Figura 3.21: Struttura di un IfcWall con IfcBuildingElementPart in formato STEP

### IfcElementType

Un elemento, ad esempio un muro, è rappresentato geometricamente e alfanumericamente in modo completo tramite IfcWall. In molti progetti, tuttavia, esistono numerosi componenti identici (IfcWall, IfcSignal ...) che condividono le stesse informazioni. IfcElementType è stato introdotto per descrivere in modo efficiente i componenti che ricorrono frequentemente, in termini di dimensioni del file. A tale scopo è stato predefinito un modello riutilizzabile (tipi), ovvero un «template». Per la maggior parte delle entity figlie di IfcElement sono disponibili tipi di oggetti corrispondenti, che hanno lo stesso nome dell'entity con il suffisso aggiuntivo «Type», ad esempio IfcDoorType per l'elemento IfcDoor. Questi tipi definiscono informazioni condivise e le assegnano a diversi elementi. L'insieme delle informazioni condivise può includere quanto segue:

- Proprietà comuni all'interno di insiemi di proprietà comuni,
- informazioni materiali comuni,
- definizioni comuni di strati di materiale,
- rappresentazione geometrica comune, ecc.

Una possibile applicazione è la definizione di set di proprietà comuni (vedi fig. 3.22) e di informazioni sui materiali in un file, assegnandoli a diverse pareti.

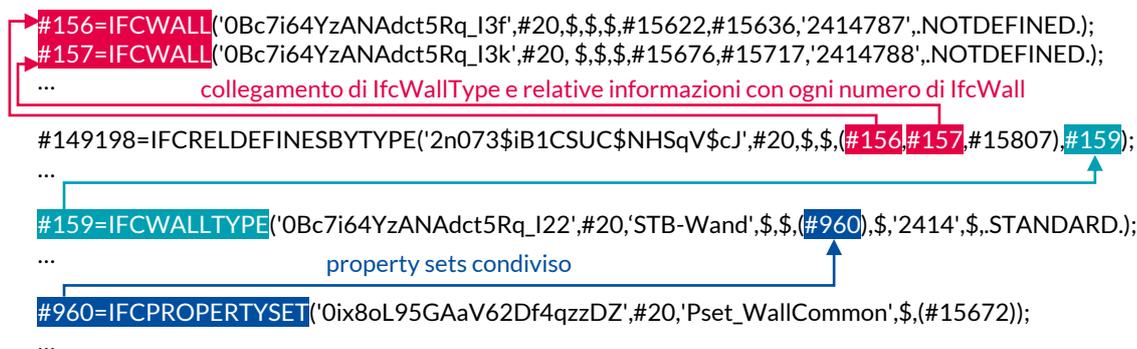


Figura 3.22: Relazione tra IfcWall, IfcMaterial, e proprietà in un file STEP

Un'altra possibile applicazione è l'esatta definizione geometrica e alfanumerica di un *IfcSignalType* o *IfcWindowType* che viene poi assegnato a un numero qualsiasi di istanze di *IfcSignal* o *IfcWindow*. Le informazioni sulla localizzazione sono le uniche che rimangono per queste singole istanze di *IfcSignal* o *IfcWindow* (origine legata al componente – si veda la [sezione 3.2.3.4](#)).

### 3.2.3.3 Relazioni

Utilizzando il concetto di relazione tra oggetti, le entity (ad esempio, *IfcWall*) possono essere collegate ad altre entity (ad esempio, *IfcSpace*). In IFC, ciò avviene secondo il principio delle relazioni oggettificate. Ciò significa che l'associazione tra due oggetti viene stabilita tramite un'entity intermedia separata che rappresenta le relazioni. Queste entity di relazione sono sempre un'entity figlia dell'entity *IfcRelation*. Le relazioni oggettificate si collegano agli altri oggetti tramite attributi che iniziano con *Related* o *Relating*. Le cinque entity figlie dirette di *IfcRelation* e alcune delle loro entity figlie sono mostrate nella fig. 3.23.

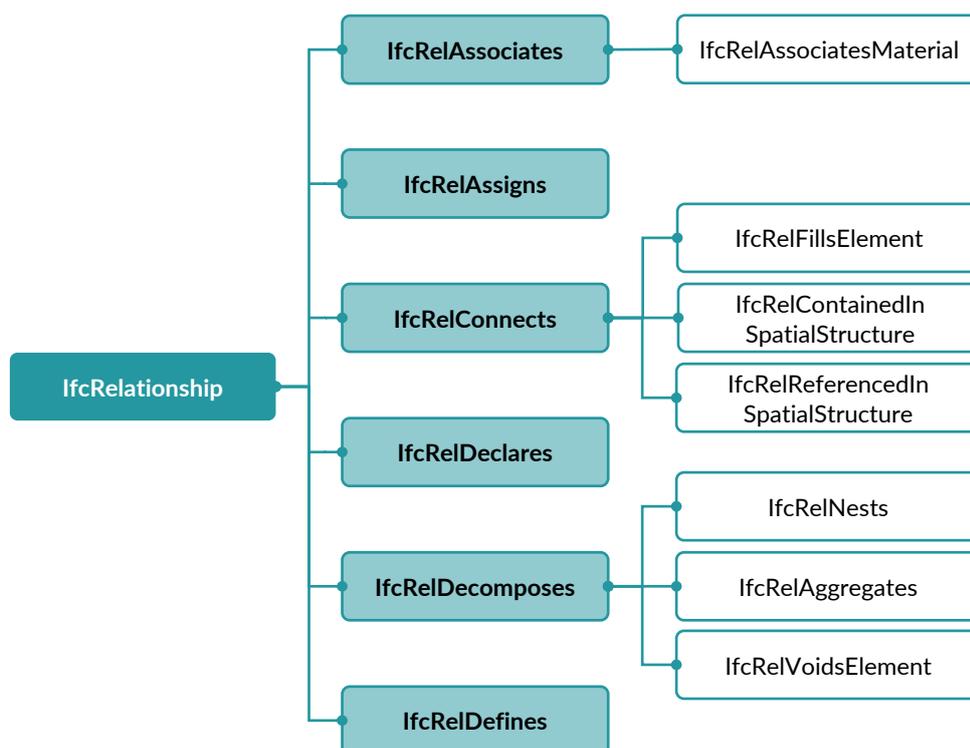


Figura 3.23: *IfcRelationship* e le sue entity figlie nello schema dati IFC

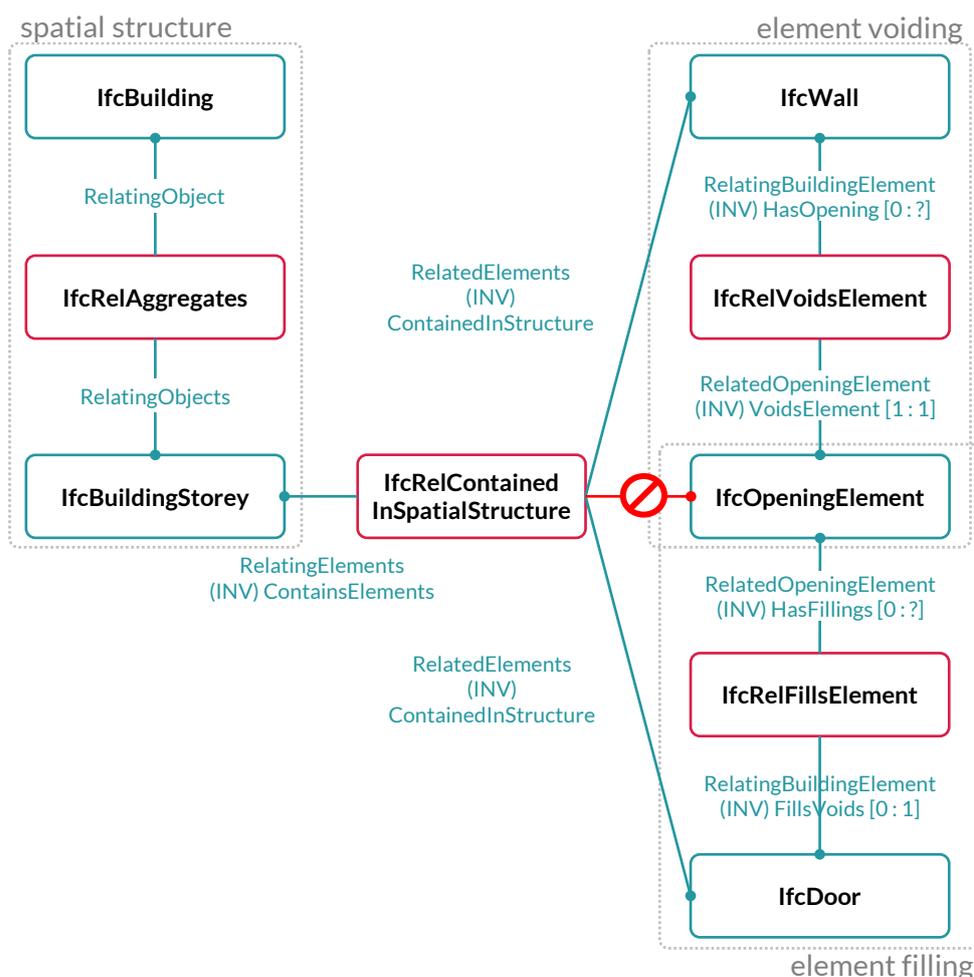
*IfcRelAssociates* collega le fonti di informazione per materiali, documenti e restrizioni che si trovano all'interno o all'esterno dei dati del progetto con oggetti delle entity *IfcObject*, *IfcTypeObject* o, in alcuni casi, *IfcPropertyDefinition*. I dettagli su *IfcRelAssociatesMaterial* sono riportati nella [sezione 3.2.3.5](#).

*IfcRelDecomposes* è tradotto in IFC come «relazione parte-intero». Definisce il concetto generale di elementi composti o scomposti. Con questa entity di relazione, è possibile formulare una gerarchia da parte a tutto, con la possibilità di passare dall'intero (la composizione) a una parte e viceversa. Esistono diversi tipi di scomposizioni: l'entity



## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

IfcRelNests, che viene utilizzata, ad esempio, per collegare elementi di costo in un cosiddetto *nido* con altri, o l'entity IfcRelAggregates, che può, ad esempio, rappresentare una costruzione a telaio come un raggruppamento (*aggregazione*) di una trave e di una colonna. Questa entity viene utilizzata anche per collegare gli oggetti spaziali (si veda la [sezione 3.2.3.4](#)). Inoltre, l'entity IfcRelVoidsElement offre la possibilità di modellare un'apertura in un elemento. Un'istanza di questa entity per la modellazione di un'apertura in una parete è riportata nella fig. 3.24.



**Figura 3.24:** Relazione tra muro, porta, apertura e piano (IfcRelFillsElement)



IfcRelDefines contiene entity figlie per l'assegnazione di IfcElementType a IfcElement (vedere la fig. 3.22), per l'assegnazione di Pset alle entity (vedere la fig. 3.37) e per l'assegnazione di modelli di *set di proprietà* a Pset.

IfcRelConnects contiene entity che creano connessioni tra oggetti in base a condizioni particolari. Nell'esempio dell'entity figlia IfcRelContainedInSpatialStructure (si veda la fig. 3.28), si tratta della condizione che un oggetto può essere assegnato a un solo elemento della struttura territoriale. L'entity IfcRelReferencedInSpatialStructure viene utilizzata per assegnare un oggetto a un elemento di struttura spaziale aggiuntivo (ad esempio, per elementi di facciata che si estendono su più piani). L'entity IfcRelFillsElement consente di stabilire una relazione uno-a-uno tra un'apertura e un elemento

che la riempie, ad esempio una porta in un'apertura del muro. Questo esempio è illustrato nella fig. 3.24. L'apertura stessa è collegata solo agli elementi, cioè nell'esempio presentato alla porta e al muro, e non all'oggetto stanza in cui si trova.

IfcRelAssigns è l'entity padre per varie relazioni di «collegamento» che possono essere utilizzate tra istanze di IfcObject e le loro entity figlie dirette. Un «collegamento» si riferisce all'assegnazione in cui l'oggetto *Cliente (Client)* utilizza i servizi dell'oggetto *Fornitore (Supplier)*. Un esempio è mostrato nella fig. 3.25, dove un'istanza dell'entity figlia IfcResource IfcLaborResource è assegnata come fornitore a un'istanza dell'entity figlia IfcProcess IfcTask (come cliente). L'oggetto relazione per questo collegamento è l'entity figlia IfcRelAssigns IfcRelAssignsToProcess.



Figura 3.25: Esempio per IfcRelAssign

Le relazioni stabiliscono semplici connessioni tra le entity, ma non contengono informazioni geometriche. Le informazioni geometriche sono allegate alle singole entity (IfcProductRepresentation).

#### 3.2.3.4 Livello spaziale – struttura spaziale

La strutturazione spaziale è anch'essa una delle componenti fondamentali per un modello di edificio quando si crea un progetto, il *primo passo* è la creazione della cosiddetta *struttura spaziale*. I componenti vengono poi incorporati all'interno del modello secondo un criterio logico. Le opzioni di struttura spaziale sono state notevolmente ampliate con l'IFC4.1. Con l'ampliamento dello schema IFC4.1 si è potuto risolvere un limite dato dall'assenza di entity per descrivere i progetti infrastrutturali. In precedenza venivano utilizzati oggetti (entity) afferenti alla disciplina delle strutture. Con l'IFC4.3 sono state ulteriormente aggiunte definizioni specifiche per strade e ferrovie, standard in vigore da gennaio 2024.

In IFC, la struttura spaziale è costituita da entity figlie di **IfcSpatialStructureElement**. La fig. 3.26 mostra IfcSpatialStructureElement e le sue entity figlie nel nuovo schema dei dati IFC4.3. È stato aggiunto IfcFacility, che ora contiene gli elementi territoriali IfcBuilding (già esistente), IfcBridge, IfcMarineFacility, IfcRailway e IfcRoad. Inoltre, un'ulteriore suddivisione dei nuovi elementi è stata resa possibile da IfcFacilityPart.

Per le costruzioni edilizie, le entity IfcSite, IfcBuilding e IfcBuildingStorey formano la struttura spaziale (cioè sito di costruzione, edificio e piano). Nel caso di strutture lineari, ad esempio, la struttura territoriale comprende IfcSite, IfcRoad e IfcRoadPart. Gli elementi territoriali sono collegati a una struttura gerarchica di progetto tramite oggetti relazione dell'entity IfcRelAggregates; questo viene descritto di seguito come relazione spaziale. Tuttavia, le informazioni sulla posizione geometrica non vengono trasmesse tramite la relazione spaziale, ma piuttosto utilizzando IfcLocalPlacement o IfcLocalLinearPlacement (strutture lineari), descritti come posizionamento spaziale.

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

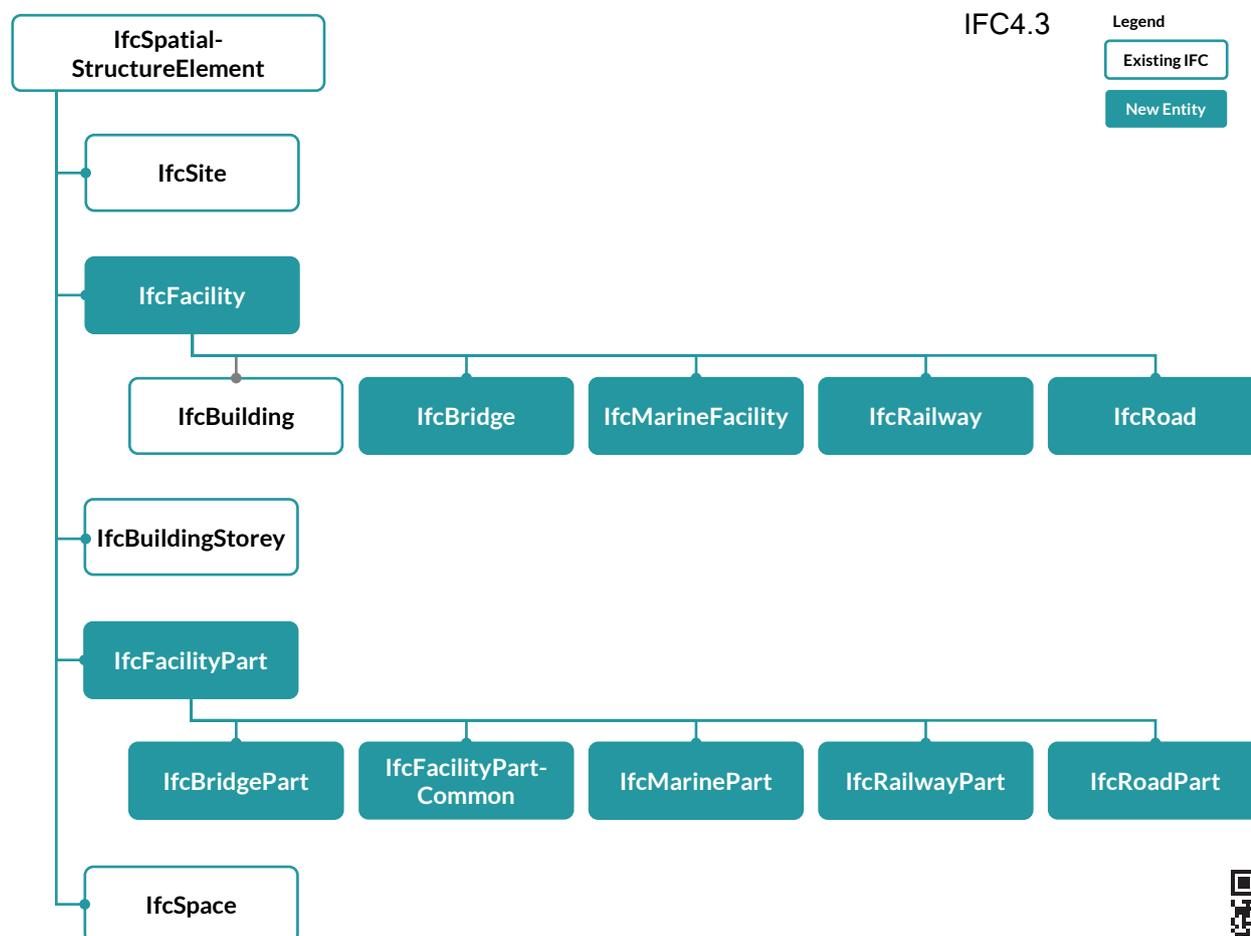


Figura 3.26: Schema dati IFC4.3 IfcSpatialStructureElement



### Relazione spaziale – costruzione di un edificio

Le relazioni spaziali nella costruzione di edifici restano invariate in IFC4.3. La fig. 3.27 mostra il collegamento degli elementi IfcSpatialStructure utilizzando IfcRelAggregates per la costruzione di edifici. La relazione spaziale avviene nel seguente ordine: sito, edificio e (infine) piano. Le entity di relazione IfcRelContainedInSpatialStructure sono utilizzate per assegnare i componenti agli elementi IfcSpatialStructure. È bene notare che ogni componente può essere assegnato a un solo elemento IfcSpatialStructure. Tuttavia, se un componente, ad esempio un elemento di facciata trasversale, appartiene a più oggetti territoriali, è possibile effettuare un'assegnazione aggiuntiva utilizzando l'entity di relazione IfcRelReferencedInSpatialStructure. Gli elementi di tutte le entity figlie di IfcElement (ad esempio IfcWall, IfcAlarm) possono essere collegati agli elementi di IfcSpatialStructure. Nell'esempio illustrato nella fig. 3.27, un'istanza dell'entity IfcStair è collegata a un elemento dell'entity IfcBuilding e due istanze dell'entity IfcWall sono collegate a un elemento dell'entity IfcBuildingStorey.

### Collocazione spaziale – costruzione di edifici

La relazione spaziale descritta in precedenza consente di assegnare con precisione gli elementi (ad esempio, IfcWall) alle entity/elementi della struttura spaziale (elementi IfcSpatialStructure). Di conseguenza, è necessario definire la collocazione spaziale

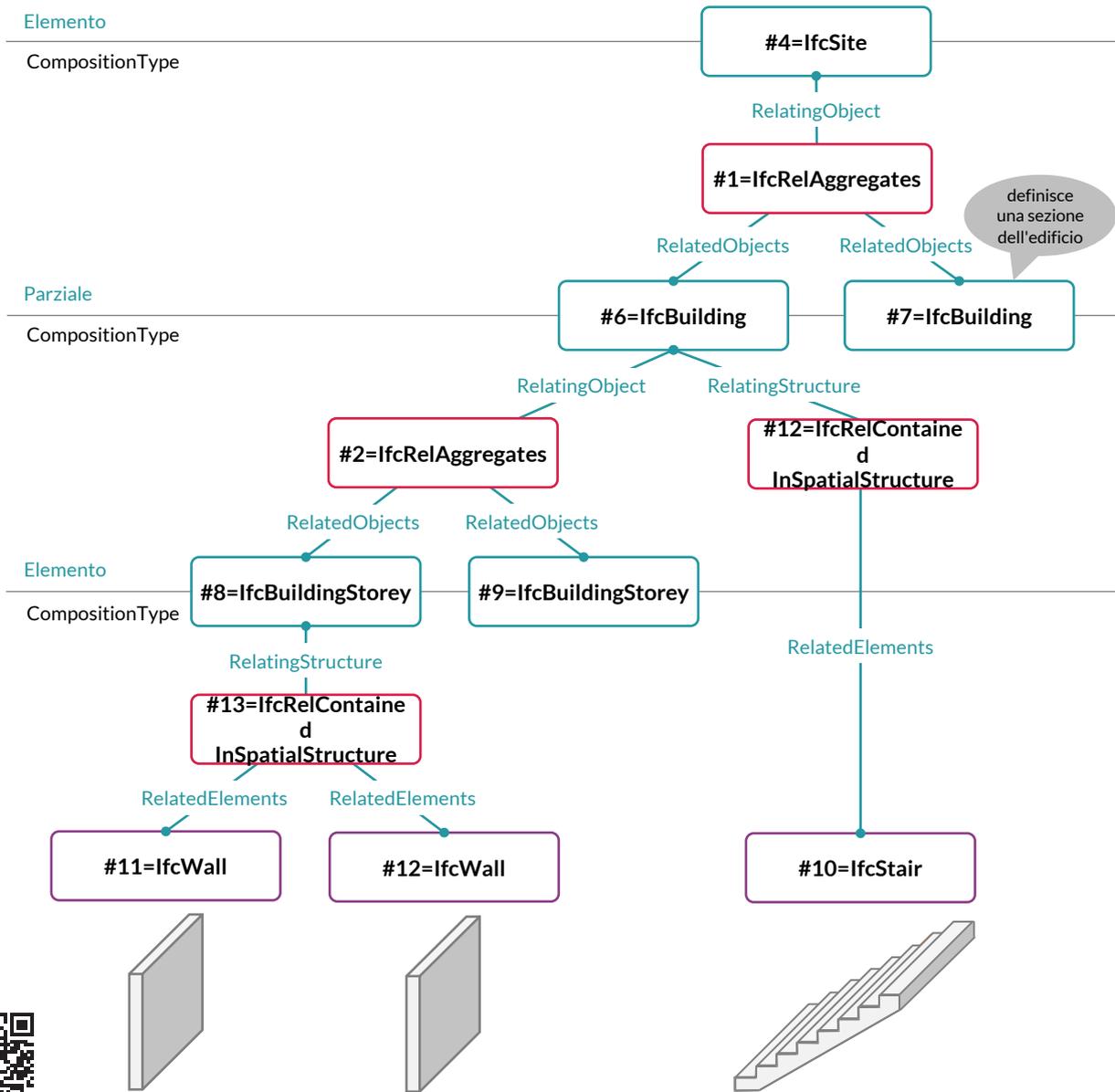


Figura 3.27: Relazione spaziale in un edificio in costruzione (IfcRelContainedInSpatialStructure)

degli elementi e il riferimento geometrico. Sebbene il posizionamento spaziale avvenga tramite gli stessi elementi di *IfcSpatialStructure*, al posto delle relazioni si utilizza *IfcLocalPlacement*. A tale scopo, viene definita un'origine (*IfcSite*) e ogni elemento *IfcSpatialStructure* aggiuntivo riceve la propria origine relativa, che fa riferimento a quella precedente. Nell'esempio presentato nelle fig. 3.29 e fig. 3.30, il punto di partenza è definito con *IfcSite*, contenente la longitudine e la latitudine. Un offset X-Y-Z viene poi specificato con *IfcLocalPlacement* e definisce l'origine globale per tutti gli edifici di questo sito (*IfcSite*). Anche gli edifici (*IfcBuilding*) hanno un'origine relativa, che può differire dall'origine del sito (*IfcSite*) per un offset X-Y-Z. Questo processo si applica anche all'origine relativa del piano, che normalmente comprende solo uno spostamento sull'asse Z (altezza). L'origine relativa di un componente (ad esempio *IfcWall*) si riferisce a sua volta all'origine del piano, dove può avvenire anche uno spostamento

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

```

#90= IFCRELAGGREGATES('0Du7$nzQXcktKIPUTLFSAT',#12,$,$,#73,(#94));
...
#94= IFCSITE('20FpTZCqJy2vhVJYtjuIce',#12,'Gel',$,$,#91,$,$,(51,28,57,28),(0,0,27,11),90,$,$);
...
#120= IFCRELAGGREGATES('2b_h_mYcGArd6gIJG2Fmbt',#12,$,$,#94,(#134));
...
#134= IFCBUILDING('00tMo7QcxqWdlGvc4sMN2A',#12,'Geb\E4\ude',$,$,#132,$,$,$,$,$);
...
#158= IFCRELAGGREGATES('118jwqMnuwK1xuf97w7fU5',#12,$,$,#134,(#156));
...
#156= IFCBUILDINGSTOREY('2jkkT_bFr2PPoKaVDCZO3n',#12,'EG',$,$,#154,$,$,$,0.);
...
#202= IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('2rCk01gaUDThQOhwaPveL7',#12,$,$,(#205,#71),#156);
...
#205= IFCWALL('1dhyH71zv8Tf1O_s_jq3FI',#12,'Wand-010',$,$,#178,#200,'90-FBD2',,NOTDEFINED.);

```

longitudine / latitudine

collegamento di due componenti al piano terra

collegamento di un componente a un piano esatto

Figura 3.28: Relazione spaziale in format STEP

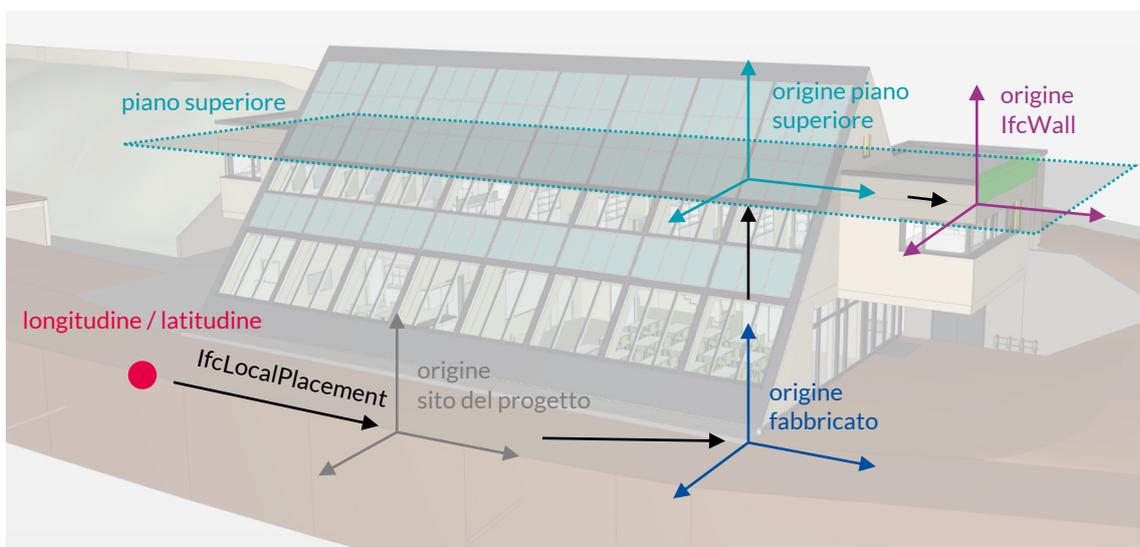


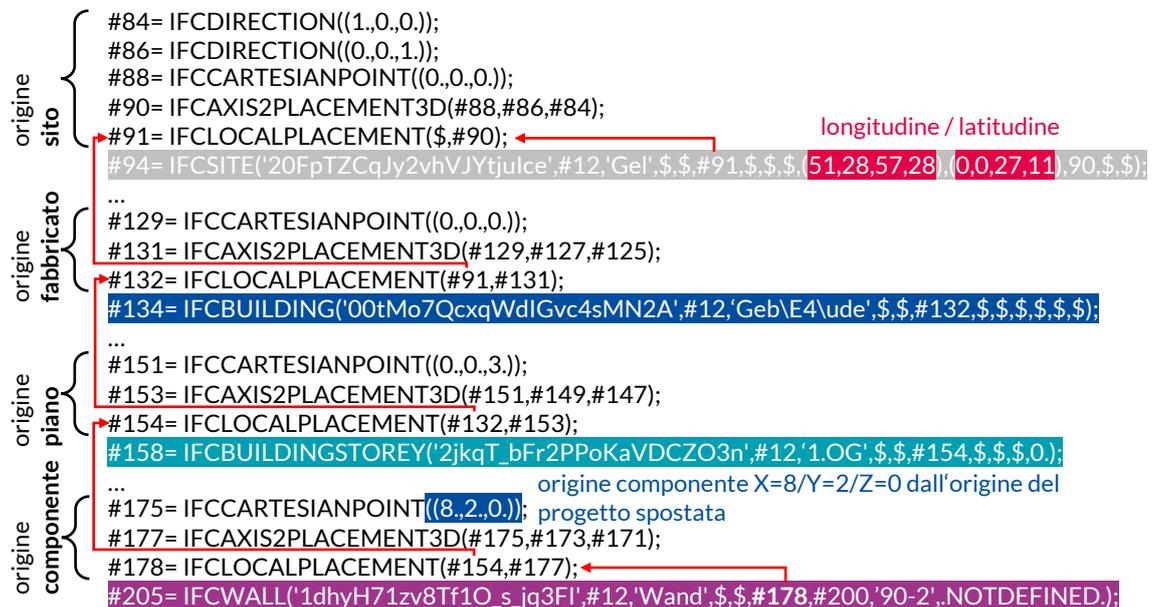
Figura 3.29: Posizionamento spaziale in un edificio in costruzione

nella direzione X-Y-Z tramite `IfcLocalPlacement`. La rappresentazione geometrica, cioè i singoli polipunti del componente (ad esempio `IfcWall`), fanno riferimento all'origine del componente.

La fig. 3.30 mostra il posizionamento spaziale utilizzando un esempio di file IFC STEP. Nell'esempio mostrato, le posizioni dell'origine di `IfcSite` e `IfcBuilding` sono identiche ( $\text{offset X-Y-Z} = 0$ ). L'origine del piano per il primo piano è 3 metri sopra l'origine dell'edificio. `IfcWall` inizia a una distanza di  $X = 8\text{ m}$  e  $Y = 8\text{ m}$  dall'origine del piano.

**Relazioni spaziali per strutture lineari (infrastrutture)**

Le relazioni spaziali delle strutture lineari si basano sullo stesso principio della costruzione degli edifici, con l'aggiunta degli elementi `IfcSpatialStructure`. Il punto di partenza della struttura spaziale è, come precedentemente descritto, `IfcSite`. Un esempio di relazione spaziale di `IfcBridge` è presentato nella fig. 3.31, con lo stesso concetto appli-



**Figura 3.30:** Rappresentazione del posizionamento spaziale in formato STEP

cabile a *IfcRailway* e *IfcRoad*. È anche possibile utilizzare una combinazione di questi elementi. Il collegamento tra gli elementi di *IfcSpatialStructure* avviene tramite l'entity di relazione *IfcRelAggregates*. I componenti (ad esempio *IfcSignal*) sono assegnati agli elementi di *IfcSpatialStructure* tramite l'entity *IfcRelContainedInSpatialStructure*. Ogni componente (*IfcElement*) può essere assegnato a un solo elemento di *IfcSpatialStructure*. I componenti possono anche essere assegnati direttamente a una *IfcFacility*, come nel caso di *IfcAlignment* nella fig. 3.31. Le entity figlie di *IfcFacility* e *IfcFacilityPart* possono essere ulteriormente suddivise utilizzando il *PredefinedType*.

### Posizionamento spaziale per strutture lineari (infrastrutture)

Questa sezione si occupa della collocazione spaziale delle strutture lineari, tramite lo schema dei dati IFC4.3 che consente diverse rappresentazioni geometriche e opzioni di collocazione spaziale. Per illustrare il concetto di base, viene descritta una possibile variante.

Il punto di partenza per il posizionamento spaziale è *IfcSite*, che definisce l'origine di *IfcRailway* tramite *IfcLocalPlacement*. L'origine di *IfcRailway* è a sua volta collegata con *IfcLocalPlacement* all'origine di *IfcAlignment* (cfr. ISO 19148). Fino a questo punto, ciò corrisponde al concetto di costruzione di un edificio.

*IfcAlignment* svolge un ruolo fondamentale nel posizionamento spaziale di strutture lineari come strade e ferrovie. Consente la rappresentazione digitale delle proprietà geometriche e geografiche di strade, ferrovie ed elementi infrastrutturali simili. *IfcAlignment* è un elemento di linea che consente il riferimento lineare degli elementi (ad esempio, *IfcSignal*) lungo questa linea. L'elemento *IfcSignal*, ad esempio, può essere chiaramente localizzato lungo *IfcAlignment* tramite *IfcLinearPlacement* e la specifica della lunghezza (*DistanceAlong*). Specificando ulteriori offset orizzontali e verticali, è possibile aggiungere la distanza da *IfcAlignment* e quindi la distanza dall'asse del

3.2 IFC – Industry Foundation Classes

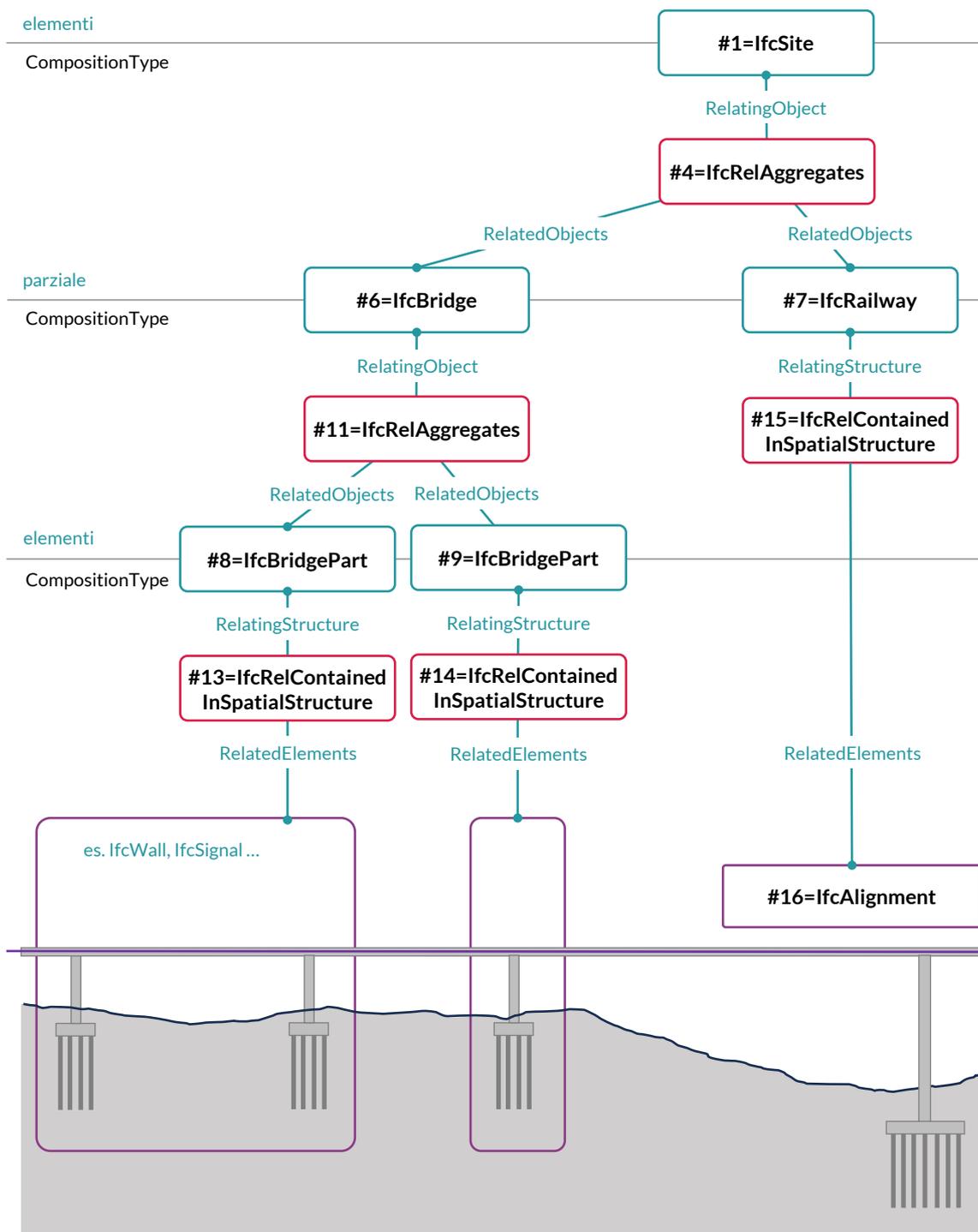
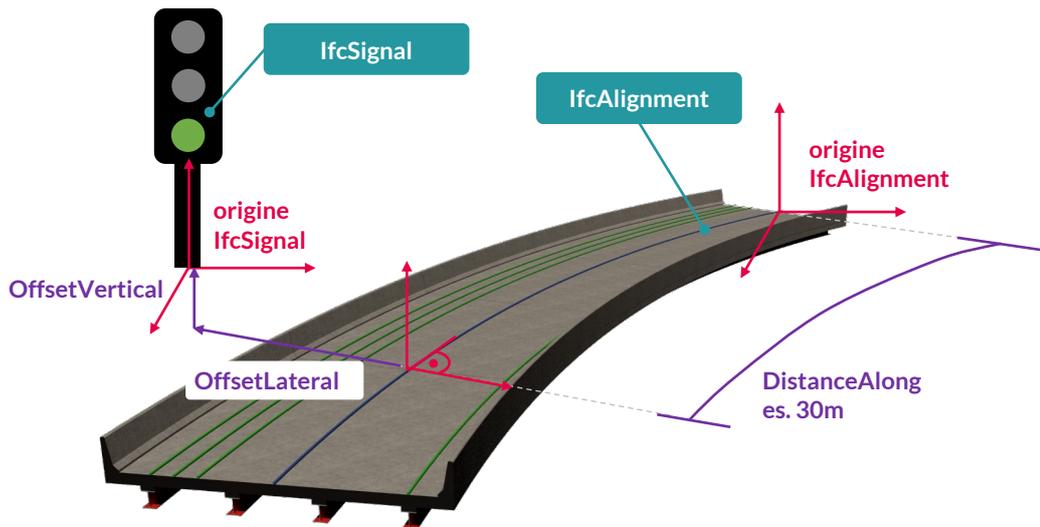


Figura 3.31: Relazione spaziale di opere lineari (infrastrutture)

binario. Questi offset sono, in uno spazio bidimensionale, ortogonali all’elemento lineare (IfcAlignment). Le specifiche *DistanceAlong*, *OffsetVertical* e *OffsetLateral* sono necessarie per localizzare chiaramente IfcSignal lungo un IfcAlignment.

La mappatura geometrica degli elementi (ad esempio, IfcCourse) può fare riferimento a IfcAlignment in diversi punti, ad esempio il punto iniziale e il punto finale di

IfcCourse. Con informazioni geometriche aggiuntive (larghezza e altezza), è possibile definire anche oggetti volumetrici 3D tramite il riferimento a IfcAlignment. È importante notare che il riferimento avviene sempre rispetto a IfcAlignment e quindi l'andamento spaziale di IfcAlignment viene ereditato. IfcCourse può essere un layer componente, ad esempio uno strato di asfalto di una strada.



**Figura 3.32:** Posizionamento spaziale di un IfcSignal in IfcAlignment

IfcAlignment è quindi un elemento centrale della struttura spaziale. In questo esempio, IfcAlignment non è mappato direttamente come linea 3D nel file IFC, ma consiste in diversi componenti all'interno del file IFC costruiti in modo graduale. Nella *prima fase*, viene definita una pianta orizzontale in un piano proiettato – una linea di base (pianta). Gli elementi fanno riferimento a questa linea quando specificano la lunghezza (*DistanceAlong*) per la localizzazione. In una *seconda fase*, viene aggiunto l'allineamento verticale (cioè una sequenza di segmenti con pendenze costanti e segmenti liscianti con una variazione di pendenza) (sezione longitudinale). In seguito, la pendenza trasversale può essere definita da segmenti lungo la linea di base che effettuano la rotazione dell'asse per gli offset orizzontali e verticali. Queste tre informazioni costituiscono la rappresentazione di IfcAlignment rappresentata nella fig. 3.33.

#### 3.2.3.5 Risorse – materiale

L'assegnazione dei materiali ai componenti edilizi è una parte importante di ogni modello digitale di edificio, in quanto sono indispensabili, ad esempio, per la determinazione delle quantità, le verifiche statiche e i calcoli dei requisiti energetici. I componenti (cioè le entity figlie di IfcElement) sono collegati ai materiali (cioè le entity figlie di IfcMaterialDefinition) tramite la relazione IfcRelAssociatesMaterial. L'entity sovraordinata è IfcRelAssociates, le cui varie entity figlie stabiliscono relazioni con diverse informazioni esterne o interne al progetto. IfcRelAssociatesMaterial, ad esempio, si riferisce alle informazioni sui materiali.

3.2 IFC – Industry Foundation Classes

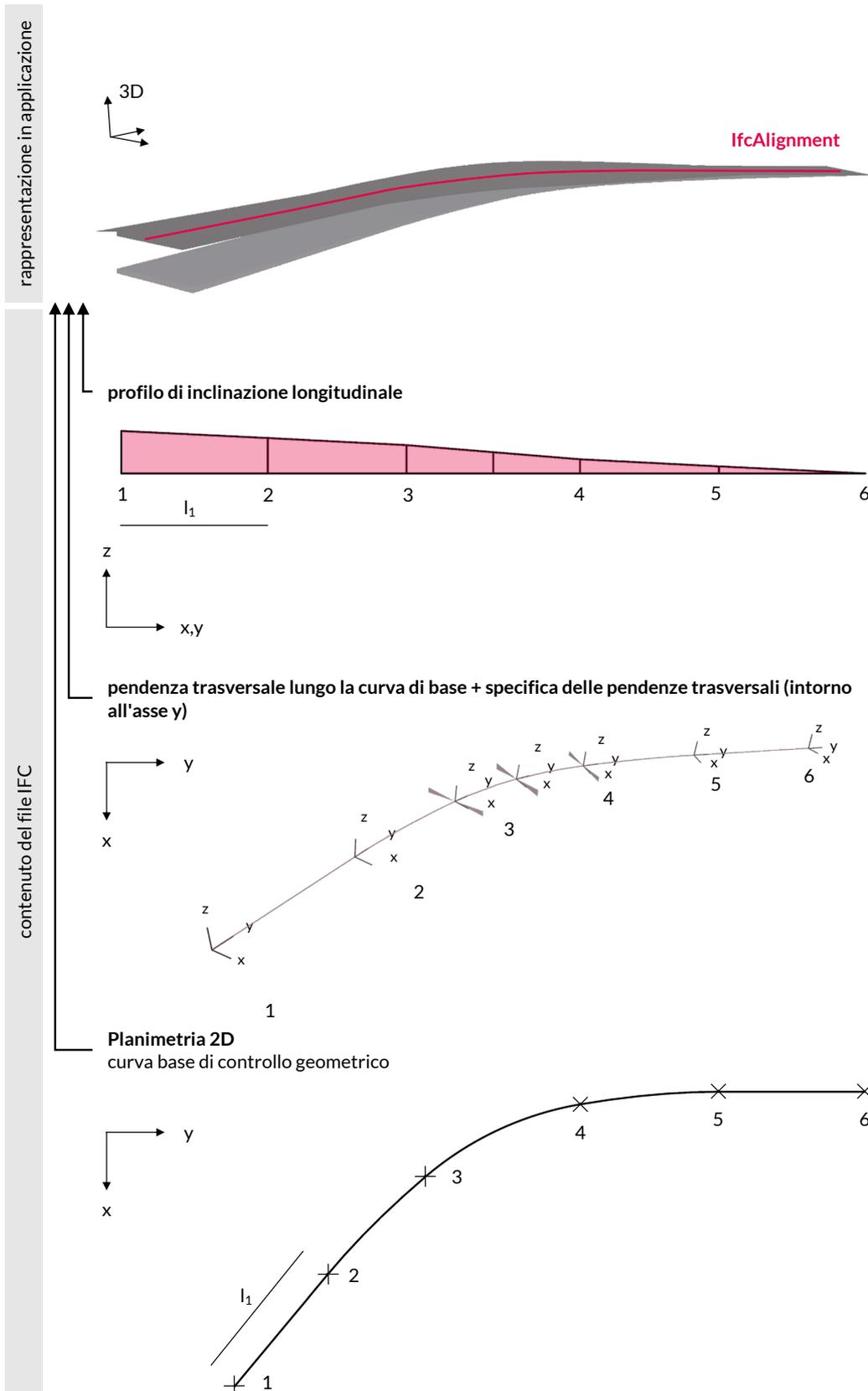
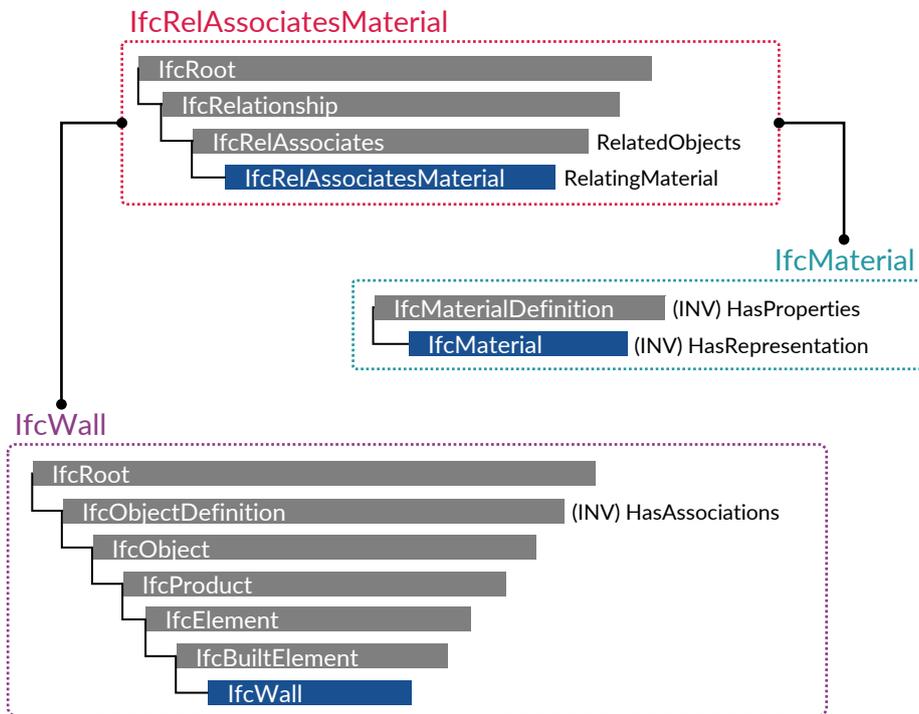


Figura 3.33: Componenti di IfcAlignment



**Figura 3.34:** Relazione tra IfcWall e IfcMaterial all'interno dello schema dati IFC

La relazione tra materiale ed elementi è illustrata nella fig. 3.34. IfcRelAssociatesMaterial ha l'attributo *RelatingMaterial* e, attraverso l'ereditarietà degli attributi di IfcRelAssociates, anche l'attributo *RelatedObjects*. Il primo attributo si riferisce a entity figlie di IfcMaterialDefinition, come IfcMaterial o IfcMaterialLayerSet necessario per i materiali composti. La seconda si riferisce a entity figlie di IfcObjectDefinition, come IfcWall, IfcBuildingElementPart. L'entity IfcWall ha l'attributo *HasAssociations* a causa dell'ereditarietà degli attributi. Il collegamento viene creato utilizzando gli attributi, fig. 3.35.

Lo schema dei dati IFC non include specifiche predefinite per i materiali. I materiali possono essere denominati individualmente utilizzando l'attributo *Name*. Inoltre, le

```
#256= IFCWALL('2C45vBrGbB_w_CB97snkya',#12,'WandBeispiel-001',,$,$,#178,#244,
'8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24',,NOTDEFINED.);
...
#317= IFCREASSOCIATESMATERIAL('3MbRGtiKSmHROO2bTnCcNk',#12,$,$,(#256,#3560),#275);
...
    assegnazione del materiale all'elemento #256 e all'elemento #3650
#275= IFCMATERIAL('Bauteil',,$,$);
...
    assegnazione di proprietà raggruppate a un materiale
#282= IFCMATERIALPROPERTIES('Pset_MaterialThermal',,$,(#286,#293),#275);
...
    raggruppamento di più proprietà
#286= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ThermalCon.',,$,IFCTHERMALCONDUCTIVITYMEASURE(0.8),,$);
#293= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('HeatCapacity',,$,IFCSPECIFICHEATCAPACITYMEASURE(800.),,$);
```

**Figura 3.35:** Relazione tra IfcWall, IfcMaterial e proprietà in un file STEP

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

entity figlie di *IfcMaterialDefiniton* possono contenere ulteriori proprietà del materiale, come quelle meccaniche, termiche o ottiche, tramite l'attributo *HasProperties*. Inoltre, l'entity *IfcMaterial* può essere associata a informazioni di rappresentazione tramite l'attributo *HasRepresentation*, come i tratteggi nella rappresentazione 2D o le informazioni per i rendering.

A loro volta, le proprietà possono essere assegnate a *IfcMaterial* tramite *IfcMaterialProperties*. Queste proprietà vengono raggruppate tramite *IfcMaterialProperties*. *IfcMaterialProperties* è paragonabile a *IfcPropertySet* per gli elementi o a *IfcBuildingElementPart*.

### 3.2.3.6 Risorse – proprietà

È inoltre possibile aggiungere informazioni supplementari agli elementi (ad esempio *IfcWall*, *IfcAlarm*) nello schema dei dati IFC. A tal fine si utilizzano proprietà (caratteristiche, ad esempio resistenza al fuoco, numero di struttura) e set di proprietà. Le proprietà possono essere definite liberamente utilizzando *IfcProperty* e le sue entity subordinate dello schema *IfcPropertyResource*. Vengono definite utilizzando una tupla della forma «Nome-Valore-Dato-Unità». L'entity figlia più utilizzata di *IfcProperty* è *IfcPropertySingleValue*, all'interno della quale è possibile definire esattamente un valore. In questo caso il modello per le proprietà è «Name-NominalValue-Type-Unit»; un esempio è la proprietà *IfcLoadBearing* dell'entity *IfcWall* con la tupla «Name: Load Bearing; NominalValue: YES; Type: Boolean». Un'altra entity figlia di *IfcProperty* è, ad esempio, *IfcPropertyEnumeratedValue*, in cui un valore può essere selezionato tra valori predefiniti, referenziati tramite l'attributo *EnumerationValues*. Con *IfcPropertyBoundedValue* è possibile definire un *UpperBoundValue* e un *LowerBoundValue* (valori limite superiori e inferiori, rispettivamente). Le proprietà possono essere controllate con precisione dichiarando il tipo (*data type*) tramite entity figlie di *IfcValue* (ad esempio, *IfcLabel* o *IfcVolumeMeasure*) in termini di contenuto, unità o intervalli di valori. Oltre all'unità di misura, di solito viene definita anche la specifica, ad esempio una limitazione ai numeri reali. Le specifiche IFC indicano inoltre le corrispondenti unità SI complete per tutti i *tipi* (vedere il codice QR).



Le singole proprietà sono raggruppate in *IfcPropertySet* (*gruppi di proprietà*) o *IfcMaterialProperty*, con i raggruppamenti organizzati tematicamente. Ogni entity elemento comprende almeno un Pset standard, che di solito è etichettato con il suffisso *Common*, ad esempio *Pset\_WindowCommon*. Alcuni Pset sono assegnati anche a più entity elemento contemporaneamente, ad esempio *Pset\_Warranty*. I set di proprietà che iniziano con *Pset\_* fanno parte della norma ISO 16739-1 e sono quindi standardizzati a livello internazionale.

### **Gli insiemi di proprietà creati singolarmente non devono quindi iniziare con il prefisso Pset\_.**

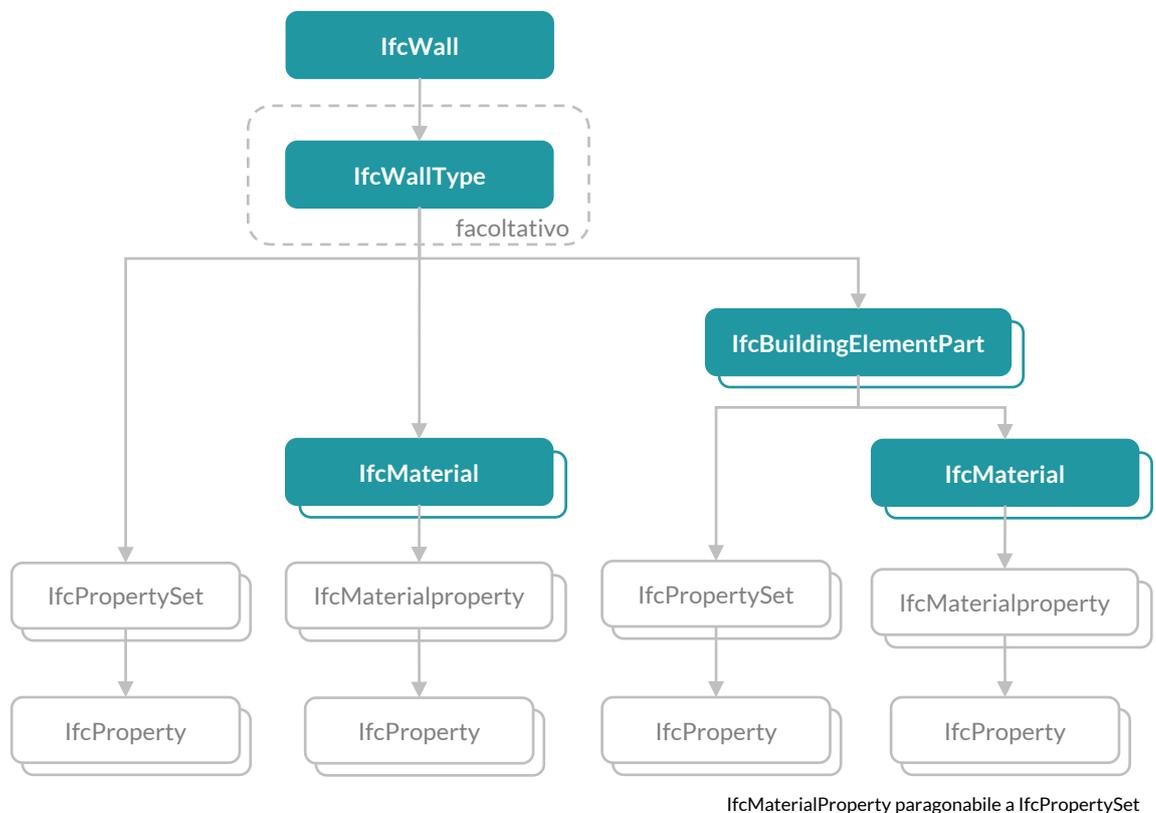
Un insieme di proprietà è collegato a un elemento tramite la relazione *IfcRelDefinesProperties* e all'oggetto relazione tramite l'attributo *DefinesOccurrence* di *IfcPreDefinedPropertySet*. L'attributo *IsDefinedBy* consente a tutte le entity figlie di *IfcObject* di essere collegate all'oggetto relazione. Tutte le entity figlie di *IfcObject* possono quindi trasportare set di proprietà e proprietà. Le entity figlie di *IfcObject* includono *IfcElement*

```
#1155=IFCWINDOW('2QndTIV2X8589ermBtTWlq',#12,'Fenster5',,$,$,#1002,#598,'9',,NOTDEFINED.);
#309= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1c3NwR5m0zwE3x$OeygTQH',#12,$,$,(#1155 #300);
#300= IFCPROPERTYSET('204gSSj0jwfqIAswU_dsl',#12,'Pset_WindowCommon',,$,(#288,#298));
#298= IFCPROPERTYENUMERATEDVALUE('Status',$(IFCLABEL('EXISTING')),#296);
#288= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('FireRating',$(IFCLABEL('')),);
```

**Figura 3.36:** Assegnazione delle proprietà ad un elemento IfcWindow

e IfcSite (fig. 3.15) e IfcProject. È possibile anche l'assegnazione a un'entity subordinata di IfcElementType (ad esempio IfcWallType).

La fig. 3.37 riassume le varie possibilità di definire una proprietà per un IfcElement utilizzando come esempio l'IfcElement IfcWall. Le proprietà possono essere assegnate a *livello di elemento*, di *parte* (IfcBuildingElementPart) e di *materiale* tramite IfcPropertySet o IfcMaterialProperty. La variante più comune rimane l'assegnazione direttamente all'elemento (IfcWall) tramite IfcPropertySet. IfcWallType non è obbligatorio – si veda la fig. 3.36, in cui IfcPropertySet è assegnato direttamente a IfcWindow e non a IfcWindowType.



**Figura 3.37:** Possibili IfcProperty per un IfcElement

## 3.2 IFC – Industry Foundation Classes

### 3.2.4 Epilogo

La [sezione 3.2](#) ha fornito una panoramica delle principali opzioni di assegnazione delle informazioni nello schema dei dati IFC. Tuttavia, all'interno dello schema sono disponibili funzionalità ancora più complete, che non sono state trattate in questa sezione. Un esempio è `IfcGroup`, che consente di raggruppare singoli elementi e quindi di strutturare interi sistemi nel campo delle attrezzature tecniche per l'edilizia. Un altro elemento utile è `IfcAnnotation`, che può essere utilizzato per visualizzare grafici 2D, dimensioni, carichi, forze interne e testi in IFC. In linea di principio, lo schema di dati IFC consente un ampio scambio di informazioni tra diversi prodotti software. Nei casi in cui le informazioni (ad esempio tra applicazioni software) non possono essere trasferite correttamente, la ragione non risiede nello schema dei dati IFC (molto ben documentato), ma piuttosto nelle funzionalità di importazione ed esportazione dell'applicazione software.

Le studentesse Linda Ratz e Katharina Winkler hanno supportato gli autori con le loro tesi di laurea durante la preparazione di questa sezione.

## 3.3 MVD – Model View Definition



La Model View Definition (MVD) è uno strumento essenziale per descrivere i requisiti utili al trasferimento e alla loro implementazione tecnica. Sia la certificazione che l'implementazione nei software BIM si basano entrambe sulle MVD.

### 3.3.1 I vantaggi delle MVD

Una MVD viene creata nel contesto di un requisito di trasmissione, ad esempio per il coordinamento di diversi modelli disciplinari, definisce un sottoinsieme delle specifiche dello schema IFC. Tale sottoinsieme si focalizza sui requisiti di scambio richiesti dal destinatario e forniti dal creatore. I requisiti sono raccolti sulla base di un IDM (Information Delivery Manual) in conformità alla norma ISO 29481. Una limitazione della specifica IFC da parte di una MVD può influire sui seguenti contenuti:

- classi e tipi di elementi;
- quantity set, property set e proprietà.

L'integrazione dei requisiti infrastrutturali nelle specifiche IFC comporta un aumento del numero di classi di elementi necessari. Diventa sempre più difficile implementare l'intera specifica IFC per le applicazioni del software BIM. Il restringimento ad una MVD facilita questo compito. Consente di adattare l'ambito funzionale di un'applicazione software BIM ai requisiti pertinenti nel contesto della MVD. Il processo di certificazione buildingSMART (vedi codice QR) per le applicazioni software BIM si basa quindi sulle MVD. Le MVD hanno un effetto di armonizzazione o consolidamento sul mercato dei software, in quanto rappresentano una sorta di modello per la gamma di funzioni richieste per la creazione, il trasferimento e l'interpretazione delle informazioni. Le MVD sono state pubblicate da buildingSMART International.

### 3.3.2 MVD consolidate e relativi obiettivi

La Coordination View 2.0 (CV 2.0) è stata la prima MVD ad affermarsi sul mercato delle applicazioni software BIM. È stata sviluppata nel contesto dell'IFC2x3 TC1 (2.3.0.1). Il suo scopo è quello di fornire modelli disciplinari (architettura, ingegneria strutturale, ingegneria impiantistica) per il coordinamento generale dei progetti di costruzione.

Le opzioni di trasferimento geometrico non sono eccessivamente limitate e consentono un adattamento abbastanza flessibile. Il contenuto del modello può essere trasferito sia come geometria estrusa che come geometria precisa (BREP – Boundary REPresentation). Il trasferimento mediante geometria estrusa si caratterizza dalla possibilità di avere migliori utilizzi nell'applicazione di destinazione; diversamente, il trasferimento come geometria precisa (BREP) consente di riprodurre fedelmente la geometria. In modalità BREP, i componenti possono essere scomposti nelle loro parti costitutive (ad esempio, gli strati della parete) ed essere visualizzati come parti individuali (componenti). In questo modo, è possibile valutare/analizzare un modello in ogni suo singolo strato. All'interno dello schema IFC2x3, le geometrie complesse vengono triangolate per essere trasmesse.

CV 2.0 è stata certificata per molte applicazioni software BIM presenti sul mercato ed è attualmente la MVD più utilizzata. A causa della mancanza di alternative, a volte viene utilizzata anche per progetti infrastrutturali, l'eccessivo utilizzo anche in

### 3.3 MVD – Model View Definition

maniera non appropriata dell'entity `IfcBuildingElementProxy` è dovuto alla mancanza di opportune classi all'interno delle applicazioni oggi disponibili. Frequentemente vengono riscontrati problemi sia nella localizzazione, riferita a *SpatialStructure*, che nella gestione del sistema di coordinate che risultano imprecise essendo sviluppate per costruzioni verticali e non orizzontali (come quelle infrastrutturali).

La seconda MVD consolidata è la Reference View 1.2 (RV 1.2). È stata sviluppata nel contesto dello schema IFC4 ADD2 TC1 (4.0.2.1); la RV 1.2 si concentra in particolare modo sulla fornitura di modelli disciplinari (architettura, strutture, impianti, ...) per il coordinamento generale dei progetti edili in fase di programmazione.

A differenza di quanto avviene per CV 2.0, le opzioni per il trasferimento geometrico sono limitate e orientate al caso d'uso del coordinamento dei modelli, per tanto il contenuto viene trasferito con una geometria precisa (BREP – Boundary REPresentation). Ciò consente la riproduzione esatta della geometria nel software di destinazione. In modalità BREP, i componenti possono essere scomposti nelle loro parti costitutive (ad esempio, gli strati delle pareti) ed essere emessi come parti individuali (componenti). In questo modo, è possibile valutare/analizzare un modello strato per strato. Lo schema IFC4 ADD2 TC1 (4.0.2.1) offre anche la descrizione della geometria tramite NURBS per BREP, che è molto più precisa e meno voluminosa (in termini di dati) rispetto ai metodi di triangolazione dell'IFC2x3.

RV 1.2 è stata certificata per un maggior numero di applicazioni software BIM presenti sul mercato. La RV 1.2 viene talvolta utilizzata anche per i progetti di infrastrutture di trasporto a causa della mancanza di alternative. La focalizzazione della struttura spaziale sulla costruzione di edifici è spesso un problema. La certificazione della RV 1.2 è meno tollerante nei confronti degli errori, motivo per cui l'implementazione delle certificazioni della RV 1.2 richiede più tempo rispetto a quelle della CV 2.0. Tuttavia, si può anche supporre che la qualità di implementazione delle applicazioni software BIM sia molto più omogenea.

#### 3.3.3 Prossime MVD e relativi obiettivi

Dal momento che la RV 1.2 implementa il caso d'uso relativo al coordinamento dei modelli in modo molto più specifico rispetto alla CV 2.0, occorre aggiungere almeno una MVD per IFC4 che supporti il caso d'uso del trasferimento dei modelli (interoperabilità). Ciò si rende necessario, ad esempio, per favorire il trasferimento tra l'architetto e lo strutturista così come a trasferire al cliente il modello completo di tutte le discipline perché possa aggiornarlo con le eventuali modifiche apportate.

A questo scopo è stata sviluppata la Design Transfer View 1.1 (DTV 1.1) come parte dello schema IFC4 ADD2 TC1 (4.0.2.1) la cui applicazione specifica valorizza il trasferimento dei modelli disciplinari tra due applicazioni BIM limitandosi ad uno scambio unidirezionale e non bidirezionale. Le capacità di trasferimento geometrico sono limitate (a differenza della CV 2.0) e si sono concentrate esclusivamente sul caso d'uso del trasferimento, il contenuto del modello viene trasferito come geometria estrusa e avente funzionalità limitate ma permettendo il riutilizzo nell'applicazione di destinazione. La DTV 1.1 non è attualmente certificata per le applicazioni BIM (aggiornamento al 01/2024).

## 3 Conoscenza avanzata

### 3.3 MVD – Model View Definition

La Quantity Takeoff View 0.1 (QV 0.1) è una MVD destinata al caso d'uso specifico per il calcolo delle misure e dei costi: attualmente in fase di sviluppo (stato di bozza) non è ancora certificato tra le applicazioni BIM (aggiornamento al 01/2024).

La Basic FM Handover View (FM) è una MVD destinata sia al caso d'uso del trasferimento informativo per il Facility Management (FM) che per il termine del progetto (vedi codice QR). Sviluppata nel contesto dello schema IFC2x3 TC1 (2.3.0.1) è attualmente in stato «ufficiale» ma non è ancora affermata sul mercato e non è certificata per le applicazioni BIM (aggiornamento al 01/2024).

La Product Library View 0.1 (LV 0.1) è una MVD finalizzata al trasferimento di informazioni digitali relative ai prodotti (data templates). È attualmente in fase di sviluppo (stato di bozza) e non è ancora certificata per le applicazioni BIM (aggiornamento al 01/2024).



Altri MVD in fase di sviluppo sono disponibili sul sito web di buildingSMART International (vedi QR code).

### 3.4 BCF – BIM Collaboration Format

I commenti BCF consentono di identificare le questioni e i problemi relativi agli elementi del progetto e servono a comunicare le mancanze tra le discipline BIM. Nel contesto dell'interazione tra gli standard ISO e buildingSMART, il BCF assume il ruolo di interfaccia dati per la comunicazione senza la necessità di trasportare gli oggetti del modello.

Il BCF (o commenti BCF) contengono sempre:

- il GUID (*globally unique identifier*) degli elementi interessati,
- il nome assegnato,
- descrizione, data, autore,
- i punti di vista memorizzati con la posizione della telecamera sugli elementi del modello selezionati, nonché la visibilità e la colorazione degli elementi del modello (coordinate IFC),
- un'indicazione dello stato (ad esempio, aperto, risolto, chiuso),
- affidamento della responsabilità al ruolo BIM,

e facoltativamente:

- immagini (in relazione ai punti di vista),
- annotazioni in spazio 3D,
- commenti (autore, data, punto di vista),
- file allegati.

Con il BCF 3.0, è anche possibile trasferire singole proprietà/informazioni aggiuntive utilizzando un BCF. Su questa base, il BCF può essere utilizzato anche per gestire casi d'uso più complessi in cui è necessario scambiare dichiarazioni più complete, come ad esempio il caso d'uso del coordinamento delle connessioni. In linea di principio, è anche possibile trasferire le proprietà del modello utilizzando il BCF – una funzione che viene lanciata con il termine «BIM snippets». Tuttavia, ciò richiede il corrispondente ambito funzionale delle applicazioni software BIM coinvolte.

In quanto file XML standardizzato (estensione «.bcf» o «.bcfzip»), un BCF non contiene il modello o parti di esso, ma stabilisce una relazione di riferimento agli elementi del modello tramite il loro GUID. Il GUID è un numero generato automaticamente di 128 bit; è unico e non può essere modificato.

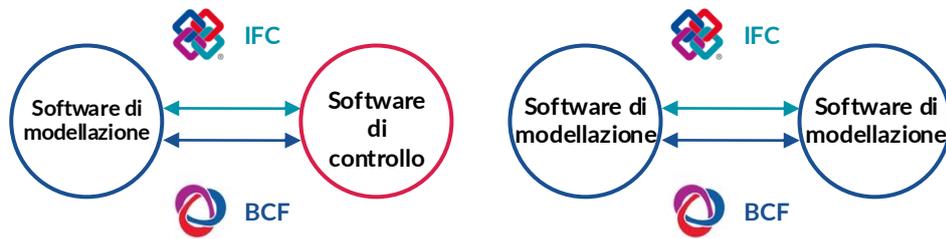
Il loro semplice formato consente ai produttori di software di integrare facilmente le funzionalità nelle rispettive applicazioni software. I BCF sono utilizzati da tutte le funzioni di gestione delle informazioni. La loro funzione principale è l'assicurazione della qualità della gestione del modello, in quanto comunicano e documentano i problemi. Tuttavia, i BCF sono utilizzati anche nei casi di coordinamento tra il coordinamento della disciplina BIM e i modellatori BIM per poter coordinare questioni specifiche sui contenuti del modello e della pianificazione (vedi fig. 3.38).

Inoltre, il BCF può trovare impiego a seconda delle diverse fasi del progetto:

#### **Fase di progettazione:**

- documentazione per il controllo qualità e conformità (QA/QC),
- identificazione dei problemi di coordinamento della progettazione (clash detection) tra le diverse discipline,
- commenti sulle alternative progettuali.





**Figura 3.38:** Scambio di dati tra le applicazioni BIM

#### **Fase di gara e di aggiudicazione:**

- coordinamento e chiarimenti in fase di gara,
- informazioni su costi e fornitori per prodotti e impianti.

#### **Fase di costruzione:**

- controlli qualità e conformità dei registri d'installazione,
- monitoraggio del magazzino e coordinamento dei prodotti per la sostituzione,
- collazione delle informazioni aggiornate per il passaggio dal proprietario all'operatore.

#### **Fase d'uso:**

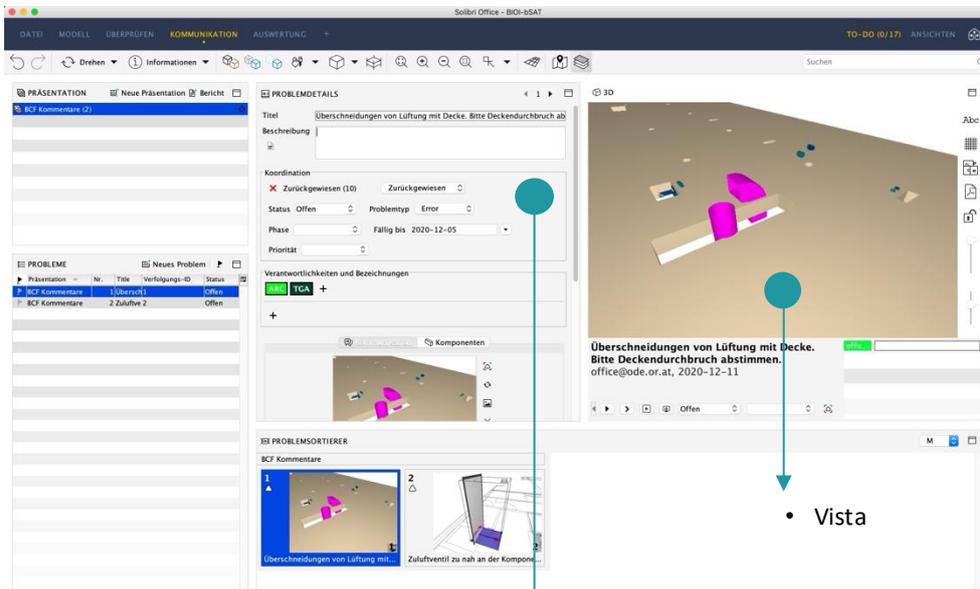
- appunti sui modelli per il passaggio di consegna in caso di modifiche alla struttura e ai suoi molteplici elementi durante la fase d'uso,
- appunti del proprietario relativi a migliorie necessarie.

I commenti nel formato BCF devono essere sempre precisi e neutrali. Le viste selezionate relative al contenuto del modello devono essere sempre chiare (sia per visibilità che per colorazione), lo stato dei commenti dovrebbe essere mantenuto sempre aggiornato. Quando i problemi segnalati sono stati risolti, il loro stato deve essere aggiornato in «chiuso». Queste linee guida facilitano un migliore flusso di lavoro tra i partecipanti al progetto e rendono migliore l'utilizzo delle funzionalità del BCF anche in altri applicativi software.

Ai fini della trasparenza e della coerenza, i BCF dovrebbero essere sempre scambiati attraverso una piattaforma definita, indipendentemente da quando e come vengono utilizzati. Questa può essere il CDE del rispettivo progetto o una piattaforma online collaborativa aggiuntiva e destinata a questo scopo. Una buona piattaforma fornisce anche una buona panoramica dello stato di un progetto attraverso le sue funzionalità, che possono essere mappate attraverso i BCF. I BCF possono essere assegnati a dei gruppi (dipartimenti aziendali e gruppi disciplinari) e a dei responsabili, associati ad uno stato. Inoltre, non solo è possibile identificare i punti critici ma anche mappare lo sviluppo dei progetti.

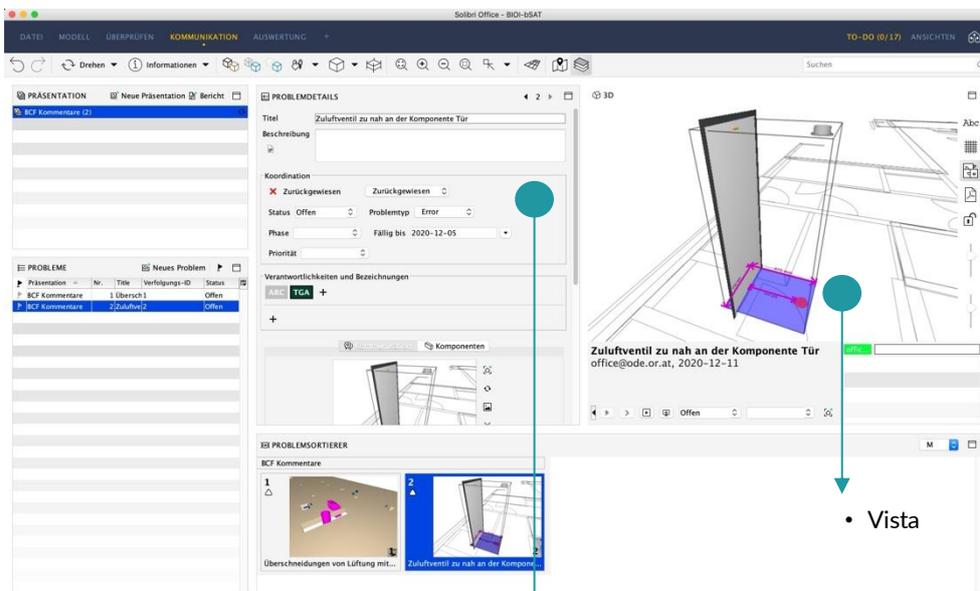
Le seguenti immagini mostrano alcuni tipici commenti di un BCF. La descrizione del problema, lo stato, la data di conclusione ed il responsabile si trovano nell'area centrale. A destra sono mostrate le viste corrispondenti (punto di vista con posizione della telecamera sugli elementi del modello selezionati).

3.4 BCF – BIM Collaboration Format



- Descrizione del problema
- Stato
- Data di consegna
- Responsabilità

Figura 3.39: Esempio di BCF – sovrapposizione tra sistema di ventilazione e soffitto



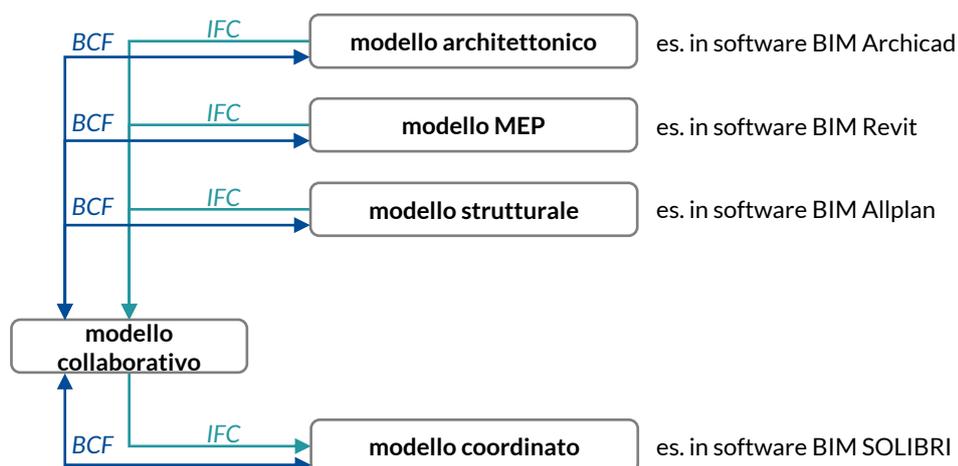
- Descrizione del problema
- Stato
- Data di consegna
- Responsabilità

Figura 3.40: Esempio di BCF – componenti troppo vicine tra di loro

### 3.5 CDE – Common Data Environment

Il Common Data Environment (piattaforma di collaborazione), altrimenti noto come Ambiente di Condivisione Dati (ACDat), è una base essenziale per gestire il processo di collaborazione durante tutto il corso di un progetto. Solitamente il Common Data Environment viene messo a disposizione dal cliente, che nel migliore dei casi gestisce il suo portfolio di più asset allo scopo di ridurre i costi di configurazione e aumentando i vantaggi dovuti all'archiviazione centrale dei dati e all'omogeneità della loro strutturazione.

Un CDE è generalmente inteso come una piattaforma online a disposizione dell'interno gruppo di progettazione per facilitare la collaborazione tra le diverse applicazioni software. Per l'implementazione all'interno di una disciplina vengono spesso utilizzate piattaforme che integrano opzioni di collaborazione in tempo reale facilitando il lavoro congiunto fino anche a livello di singolo elemento.



**Figura 3.41:** Scambio di dati tra modelli

#### 3.5.1 Storia dello sviluppo

Nel 2007, le funzionalità e la struttura di un CDE sono state descritte per la prima volta nello standard britannico PAS 1192. All'epoca si ipotizzava la collaborazione basata principalmente su file, e realizzata con semplici piattaforme per la condivisione (come Nextcloud), lo stato di un file doveva essere dichiarato attraverso l'assegnazione ad una cartella (*Work In Progress, Shared, Published, Archived*).

■ Nella UNI 11337-4, ci si riferisce agli stati di lavorazione del contenuto informativo come a degli stati evolutivi:

- L0 – In fase di elaborazione o aggiornamento
- L1 – In fase di condivisione
- L2 – In fase di pubblicazione
- L4 – archiviato.

L4 si riferisce ad un contenuto non più attivo, caratterizzato dal poter essere L3.V (versione in corso di validità) oppure L3.S (versione precedente e quindi superata).

## 3.5 CDE – Common Data Environment

La norma ISO 19650 definisce il CDE come il componente centrale di un PIM (Project Information Model) in cui tutte le informazioni vengono raccolte, scambiate e trasferite all'AIM (Asset Information Model) per il completamento del progetto. La struttura di base è stata ripresa dalla PAS 1192, che costituisce la base della serie ISO 19650.

I CDE attualmente disponibili offrono una gamma di funzioni molto più complessa, con l'integrazione di comunicazioni relative al progetto, scambio di file/planimetrie, scambio di modelli/commenti e funzioni di visualizzazione. L'implementazione del concetto originale della PAS 1192 è oggi spesso realizzata attraverso informazioni sullo stato e sulla versione dei file per consentire l'interazione con le funzionalità del flusso di lavoro.

Il punto debole del CDE nella pratica è stato finora l'elevato sforzo per fornire i dati. Finora le parti interessate hanno dovuto caricare manualmente nel CDE documenti, piani, modelli (IFC) e commenti sui modelli (BCF) e dichiararli di conseguenza. Questo lavoro, a volte complesso (a seconda del prodotto), richiede molto tempo ed è soggetto a errori. Le figure seguenti descrivono l'impegno tipico per fornire informazioni sul modello al CDE (fig. 3.42) e per verificare e fornire i risultati del test (fig. 3.43).

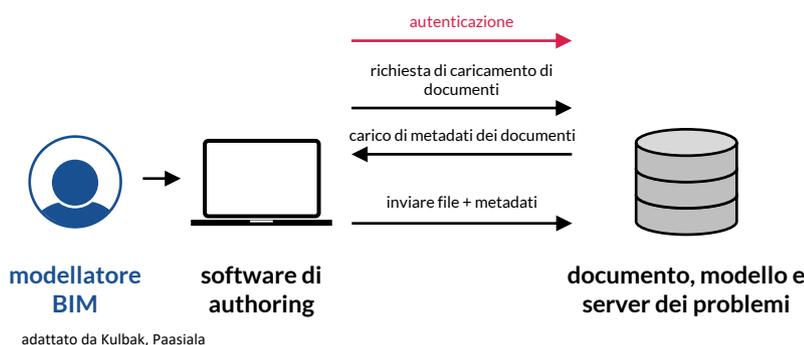


Figura 3.42: Comunicazione nell'ACDat di un BIM Modeller

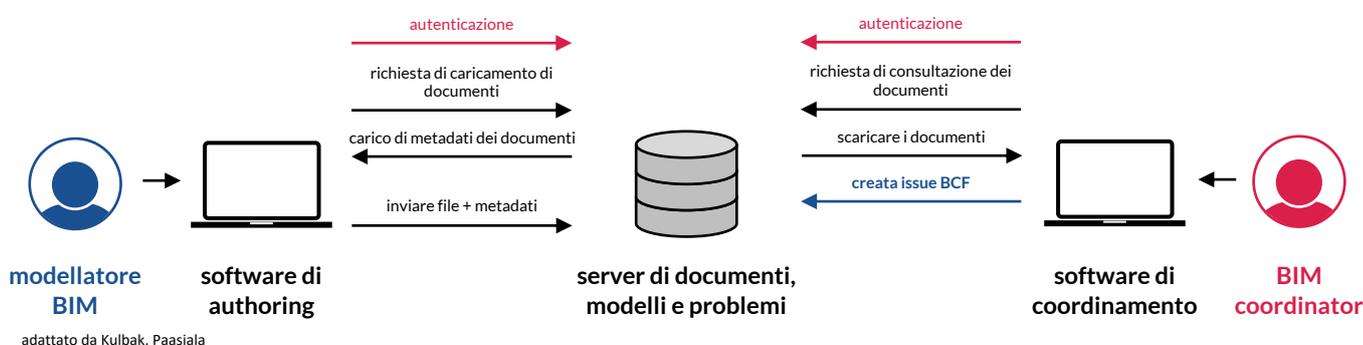
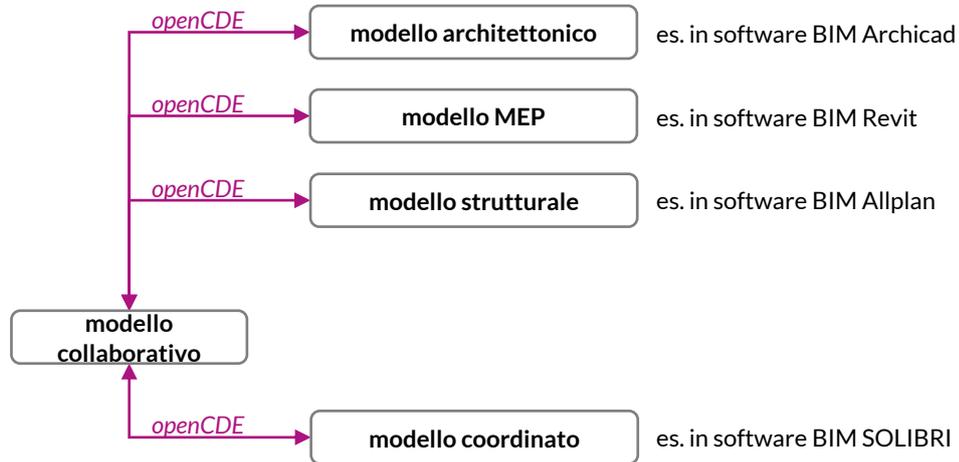


Figura 3.43: Comunicazione nell'ACDat di un BIM Modeller e un BIM Coordinator

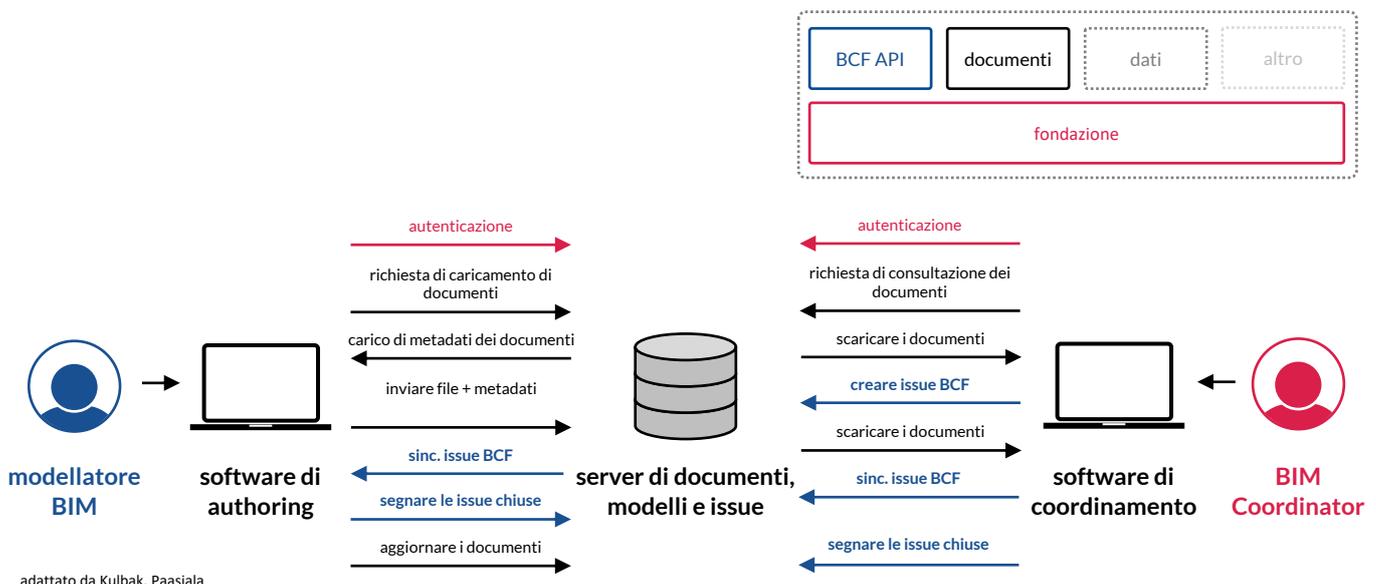


Questi svantaggi saranno eliminati in futuro utilizzando applicazioni software e servizi online (fig. 3.44) – attualmente questa tecnologia è in fase di sviluppo e va sotto il nome di openCDE (vedi QR code).



**Figura 3.44:** Scambio di dati tra modelli all'interno dell'openCDE

Lo scambio non è più gestito a livello di file, ma si basa su servizi web basati su database. Non è più necessaria la dichiarazione manuale, ma vengono trasferite solo le modifiche. In questo modo si ottimizza il volume dei dati e quindi il tempo di trasmissione. La Figura 3.45 descrive l'impegno ridotto per la comunicazione basata sui modelli. Questa tecnologia è già stata utilizzata nella piattaforma di comunicazione BIMcollab, che collega le applicazioni software BIM al server BIMcollab utilizzando speciali add-on. Con openCDE, questa tecnologia può ora essere utilizzata per tutti i CDE.



**Figura 3.45:** Comunicazione all'interno di un openCDE di un BIM Modeller e un BIM Coordinator

### 3.5 CDE – Common Data Environment

#### 3.5.2 Obiettivi di un CDE

Gli obiettivi di un CDE sono:

- la creazione di un unico ambiente di dati per un progetto e il suo team di progetto o di un ambiente di dati per un portfolio completo di diversi progetti e i rispettivi team di progetto;  
*vantaggio:* rapida disponibilità delle informazioni, chiara reperibilità delle informazioni, analizzabilità centralizzata di tutti i progetti (per il portfolio);
- garantire la necessaria sicurezza dei dati attraverso la trasmissione criptata dei dati, l'autenticazione degli utenti, la funzionalità multiclient e il concetto di utente basato sui ruoli;  
*vantaggio:* assicurare la necessaria discrezione sulle informazioni sensibili, garantendo la conformità ai requisiti legali;
- la strutturazione coerente e uniforme di tutte le informazioni sul progetto (anche tra i vari progetti);  
*vantaggio:* maggiore facilità di gestione del progetto grazie alla più facile valutazione dello stato di avanzamento, maggiore semplicità di confronto delle informazioni relative al progetto;
- l'implementazione uniforme e controllata dei processi legati al progetto (anche tra i vari progetti);  
*vantaggio:* gestione semplificata della commessa grazie a processi predefiniti con precise responsabilità e comunicazioni tracciabili;
- raccolta rapida e accurata dello stato del progetto attraverso valori caratteristici predefiniti (anche tra i vari progetti);  
*vantaggio:* gestione facilitata del progetto;
- individuazione semplificata dei contenuti/procedure di progetto rilevanti per l'archiviazione o per il trasferimento compatto dei contenuti/procedure di progetto rilevanti per l'archiviazione al completamento del progetto;
- facilitazione dell'identificazione o del trasferimento dei contenuti e dei processi pertinenti alla gestione della commessa e all'AIM.

#### 3.5.3 Criteri per i CDE

Un CDE equivale ad una banca dati centralizzata contenente tutte le informazioni relative al progetto, il suo corretto funzionamento è soggetto alla protezione dei dati e alle garanzie che devono essere fornite. Spesso il CDE viene messo a disposizione direttamente sull'hardware del fornitore in quanto il cliente non dispone della capacità tecnica né della sicurezza necessaria delle proprie strutture informatiche. In questi casi il cliente deve verificare che i requisiti sopra citati siano rispettati anche in termini di sicurezza contro i guasti, l'accesso fisico e l'incompatibilità della dipendenza da terzi. Tali requisiti sono spesso in conflitto con le offerte cloud. In questo caso, è necessario esaminare attentamente i vantaggi e gli svantaggi.

### 3.6 Level of Information Need e Livello di dettaglio (LOG, LOI)

Paul Curschellas (autore ospite), Tina Krischmann

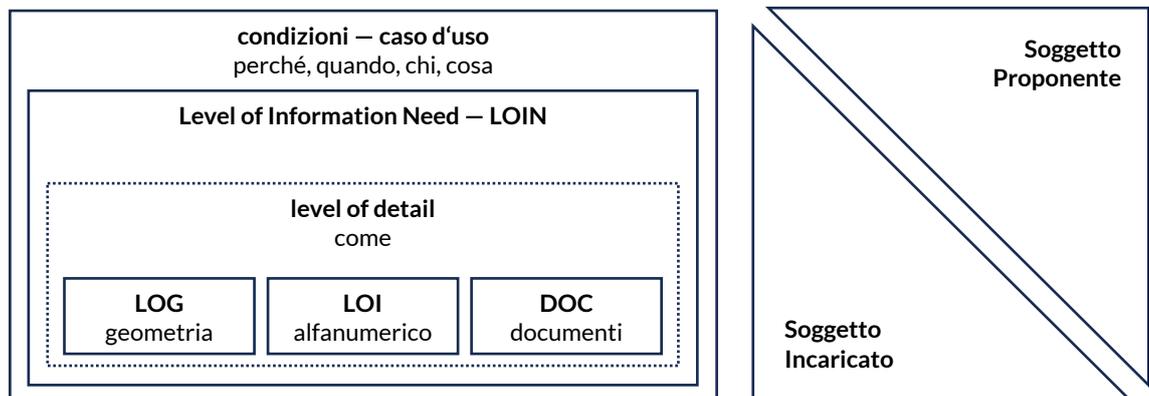
Questa sezione descrive il metodo per definire e determinare il Level of Information Need richiesto dagli attori coinvolti in un momento specifico. Il metodo per la definizione del Level of Information Need è standardizzato nella norma EN 17412-1.

Nel 2024, la EN ISO 7817-1 ha sostituito la EN 17412-1, che aveva lo stesso contenuto. Viene gradualmente incorporata negli standard nazionali dei singoli Paesi.

La serie di norme ISO 19650 identifica i processi e i ruoli nella fornitura di informazioni dal punto di vista del destinatario delle informazioni (soggetto proponente) e del fornitore di informazioni (soggetto incaricato). Inoltre, la norma EN 17412-1 (Building Information Modeling – Level of Information Need – Part 1: Concepts and Principles) fornisce la base metodologica per la definizione del livello di fabbisogno informativo.

Nel contesto della gestione delle informazioni, il Level of Information Need (LOIN) indica la domanda di informazioni da parte del committente riguardo alla completezza delle informazioni geometriche e alfanumeriche, nonché alla documentazione richiesta, come specificato nella fornitura di informazioni. Le linee guida per la determinazione del Level of Information Need rappresentano un elemento fondamentale nei regolamenti EIR e BEP e nei requisiti del committente. Queste linee guida costituiscono la base per garantire un flusso di processo regolare all'interno di un progetto. Tuttavia, i livelli di dettaglio non sono standardizzati di per sé; piuttosto, sono le condizioni specifiche, gli obiettivi del progetto, i requisiti applicativi e i relativi casi d'uso a costituire la base per restringere e definire il Level of Information Need.

I requisiti informativi del Level of Information Need derivano quindi dalle esigenze dei casi d'uso che vengono condotti in determinati momenti del progetto. Il Level of Information Need comprende le definizioni geometriche (LOG) e alfanumeriche (LOI) dei modelli disciplinari e la relativa documentazione necessaria (DOC) – fig. 3.46.



**Figura 3.46:** Level of Information Need (casi d'uso) è definita dal livello di dettaglio (2 fasi)

### 3.6 Level of Information Need e Livello di dettaglio (LOG, LOI)

Rispondendo alle esigenze dei singoli casi d'uso delle norme e dei regolamenti, è possibile evitare che la modellazione geometrica e le informazioni degli elementi del modello con le informazioni alfanumeriche siano eccessive (quindi inutili) o troppo scarse (quindi trascurate) nel progetto.

Lo sviluppo, la fornitura, il coordinamento e la manutenzione dell'elaborazione geometrica e alfanumerica nei vari modelli disciplinare e della documentazione associata sono quindi soggetti a un ambiente controllato che offre sempre vantaggi dimostrabili attraverso i casi d'uso. Questo tipo di comunicazione dei requisiti informativi offre il vantaggio, fin dall'inizio del progetto, che il cliente e l'appaltatore hanno una buona visione della portata del progetto e che l'impegno richiesto può essere facilmente stimato e concordato dalle parti coinvolte (contratti e disposizioni).

#### 3.6.1 Metodi nella norma EN 17412-1 e pratica consolidata

L'esperienza pratica ha mostrato che gli acronimi «LOG» e «LOI» insieme alle definizioni delle loro classi «100–500» non sono adatti per descrivere con precisione un oggetto. Le definizioni per la collaborazione basata su modelli sono state sviluppate finora senza un'analisi approfondita e una registrazione precisa dei requisiti, dei processi e delle responsabilità relativi al caso d'uso. Questo ha causato incoerenze nel coordinamento delle persone coinvolte e ha lasciato spazio all'interpretazione delle norme adottate, rendendo difficile fornire informazioni affidabili e senza contraddizioni per un edificio.

La precedente definizione dei livelli di dettaglio LOG e LOI facilita la comunicazione per l'implementazione e la consegna dei dati del modello. Tuttavia, è fortemente sconsigliato basare il livello di informazioni richiesto esclusivamente su questi parametri o concordarlo contrattualmente. La raccomandazione chiara è di definire tale livello partendo dai casi d'uso previsti dalle norme e dai regolamenti specifici del progetto.

Il metodo per la determinazione del Level of Information Need nella norma EN 17412-1 si basa su due fasi:

- Fase 1:** Definizione del prerequisito: **perché, quando, chi, cosa**
- Fase 2:** Definizione del Level of Information Need: livello di informazione richiesto per la geometria, l'alfanumerica e la documentazione: **come**

Di seguito sono descritte le fasi necessarie per determinare il Level of Information Need secondo questo metodo.

#### 3.6.2 Procedura per la determinazione del Level of Information Need

##### Fase 1 – Prerequisiti

Per determinare il Level of Information Need in linea con i requisiti, occorre innanzitutto chiarire i prerequisiti necessari. Tuttavia, essi non fanno parte del Level of Information Need.

Definizione dei prerequisiti (perché, quando, chi, cosa):

- Perché** Lo scopo e la destinazione d'uso, le applicazioni e l'utilizzo costituiscono la base dell'offerta di informazioni.
- Quando** Informazioni sulla milestone di consegna, momento in cui è previsto uno specifico oggetto di consegna.
- Chi** Attori del progetto che sono destinatari di informazioni (soggetti proponenti) o creatori di informazioni (soggetti incaricati).
- Cosa** Contenuto informativo definito a un certo livello di esigenza informativa.

Level of Information Need - LOIN (Livello di fabbisogno informativo)



Figura 3.47: Fase 1 nella definizione di Level of Information Need – prerequisiti (riferimento: Bauen Digital Schweiz, vedi QR code)

### Fase 2 - Level of Information Need

Nella seconda fase, il «come» o la definizione del livello di bisogno informativo, deve essere designato il tipo di informazione. Nella norma SN EN 17412-1:2020, vengono utilizzate tre categorie per designare il tipo (caratteristica) di fornitura di informazioni. L'obiettivo è fornire informazioni che possano essere interpretate da macchine e umani.

- 1. Geometria** Informazioni definite come dettaglio, dimensione, posizione (localizzazione), aspetto visivo e parametrico.
- 2. Alfanumerico** Informazioni identificate tramite chiavi univoche (fonte) ed etichettate tramite attributi e proprietà.
- 3. Documentazione** Informazioni che rappresentano il risultato della consegna in un momento specifico.

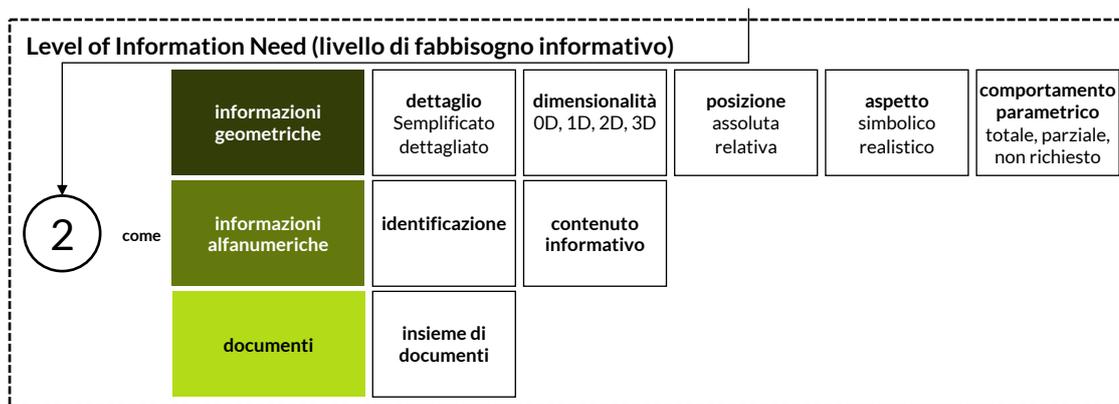


Figura 3.48: Metodo per la definizione del Level of Information Need in due fasi, secondo la SN EN 17412-1 (riferimento Bauen Digital Schweiz, vedi codice QR)

### 3.6 Level of Information Need e Livello di dettaglio (LOG, LOI)

#### 3.6.3 Elaborazione nel progetto

Nel corso del progetto, i requisiti per il Level of Information Need, informazioni geometriche (LOG), informazioni alfanumeriche (LOI) e documenti (DOC) possono aumentare e diminuire. Ciò è legato ai requisiti del rispettivo caso d'uso, come la pianificazione dell'approvazione, la determinazione dei costi, la gara d'appalto, la pianificazione della produzione e dell'assemblaggio, la documentazione per l'esercizio (FM) nel momento in cui il modello as-built viene consegnato al facility management. Sulla base di un caso d'uso (= «perché»), agli elementi del modello interessati (classi di elementi = entity) vengono assegnati i requisiti necessari (= «cosa») in termini di geometria (LOG) e alfanumerici (LOI), che devono rappresentare in un determinato momento (= «quando»). La produzione di questa profondità di informazione spetta all'attore responsabile (= «chi»).

I livelli di dettaglio LOG e LOI definiscono quindi i requisiti relativi ai contenuti geometrici e alfanumerici dei modelli disciplinari, necessari per il loro scambio e per l'ulteriore utilizzo dei dati contenuti nel modello. I requisiti vengono trasferiti al rispettivo software di creazione e implementati nei dati del modello (= creazione del contenuto del modello). A seconda del caso d'uso, la profondità del contenuto informativo alfanumerico può superare quella della struttura dati standard IFC, nel qual caso è necessario definire set di proprietà e proprietà individuali separate.

Idealmente, tutti i contenuti della documentazione (DOC) sono derivati dai modelli. Ciò dovrebbe avvenire su base uno a uno (1:1) per le informazioni geometriche e alfanumeriche derivate dal modello. Tuttavia, la documentazione contiene informazioni aggiuntive, che in genere vengono fornite attraverso i modelli. Questo aspetto deve essere preso in considerazione nelle attività di consegna del progetto, assicurando la garanzia di qualità e il processo di revisione di livello superiore della documentazione nel progetto attraverso la funzione di controllo delle persone e dei loro ruoli nel progetto.

Sia il LOG che il LOI costituiscono un elemento essenziale per l'assicurazione della qualità, poiché possono essere verificati automaticamente rispetto ai documenti dei modelli. Essi definiscono la struttura di riferimento su cui si basano i controlli del contenuto nel software di verifica, in funzione della fase del progetto (coordinamento e controllo).

#### 3.6.4 Esempio applicativo

Il caso d'uso (astratto) relativo alla creazione del concetto di protezione antincendio viene qui utilizzato come esempio per definire il Level of Information Need (LOIN) di un caso d'uso specifico, poiché ciò permette di presentarlo in modo chiaro e facilmente comprensibile, limitandone la complessità.

##### Fase 1 – definizione dei requisiti (perché, quando, chi, cosa)

- **Caso d'uso:** concetto di protezione antincendio coordinato basato su modelli.
- **Obiettivo e destinazione d'uso (perché):** coordinamento e documentazione delle misure antincendio previste (strutturali e tecniche).
- **Milestone (quando):** alla fine della fase di servizio/fase di pianificazione 3.
- **Partecipanti (chi):** paternità condivisa tra architettura (gestione del modello specialistico ARC) e pianificazione antincendio (contenuti BRP).

- **Contenuto informativo (cosa):** Fornitura delle informazioni necessarie per coordinare la pianificazione e la documentazione dei requisiti della pianificazione antincendio. Pianificazione basata su modelli con derivazione e creazione dei documenti necessari per la pianificazione antincendio.

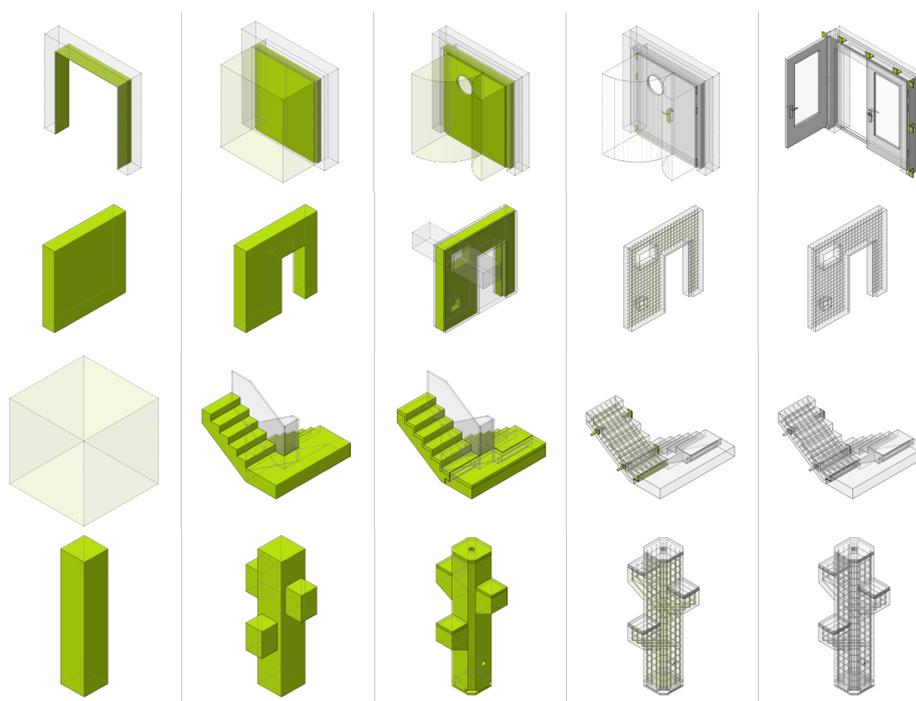
#### Fase 2 – Level of Information Need (come)

**Geometria – LOG:** Tutti gli elementi devono essere assegnati a un sistema di classificazione specifico e corretto in conformità con il formato di scambio richiesto (in questo caso e se non diversamente richiesto, le specifiche IFC – vedi QR code). Gli elementi costruttivi arbitrari (= IfcBuildingElementProxy) dovrebbero essere idealmente esclusi e utilizzati nei modelli solo in casi eccezionali e in consultazione con la gestione BIM.

Gli elementi del modello richiesti sono almeno: stanze (compresa la loro relazione spaziale con i piani e gli edifici), pareti, porte, scale, colonne, attrezzature antincendio, allarmi antincendio, segnali di uscita di emergenza.

Le specifiche di modellazione corrispondono alla risoluzione dettagliata che segue il coordinamento e la documentazione delle misure antincendio previste:

- Tutti gli elementi devono essere localizzati nei piani originali.
- Gli elementi strutturali devono essere creati in base al catalogo dei componenti.
- Si utilizza una modellazione basata sugli elementi, il che significa che non si raccomanda l'uso di elementi «generici».
- Vengono sviluppati gli elementi del modello necessari per creare i documenti di pianificazione. Naturalmente, questi elementi devono essere correlati alle fasi e devono essere registrati geometricamente solo con la precisione necessaria.



**Figura 3.49:** Livello di dettaglio per componenti: porta (riga superiore), muro interno (seconda riga), scale (terza riga), e colonna (riga inferiore) (riferimento: Bauen Digital Schweiz, vedi QR code)



## 3.6 Level of Information Need e Livello di dettaglio (LOG, LOI)

**Alfanumerico – LOI:** gli elementi del modello pareti, porte, scale, colonne, impianti di estinzione, allarmi, segnaletica delle uscite di emergenza devono essere trasmessi con il contenuto informativo alfanumerico per la pianificazione e il coordinamento:

- Proprietà/terreno:
  - IfcSite – etichettatura univoca nell’attributo Name
- Edificio:
  - IfcBuilding – etichettatura univoca nell’attributo Name
- Storey:
  - IfcStorey – etichettatura univoca nell’attributo Name
- Camera:
  - IfcSpace – PredefinedType (Tipo predefinito): SPACE (SPAZIO), INTERNAL (INTERNO)
- Muro:
  - IfcWall – PredefinedType (Tipo predefinito): STANDARD, SOLIDWALL, PARAPET (PARAPETTO), PARTITIONING (PARTIZIONE)
- Porta:
  - IfcDoor – PredefinedType (Tipo predefinito): DOOR (PORTA), GATE (PORTONE)
- Scale:
  - IfcStair – tutti i PredefinedTypes (Tipo predefinito)
- Colonna:
  - IfcColumn – tutti i PredefinedTypes (Tipo predefinito)
- Attrezzature per l’estinzione degli incendi:
  - IfcFireSuppressionTerminal – PredefinedType (Tipo predefinito): FIREHYDRANT, USERDEFINED = WALLHYDRANT
- Allarme antincendio:
  - IfcAlarm – PredefinedType (Tipo predefinito): ALARM (ALLARME)
- Etichettatura delle uscite di emergenza:
  - IfcBuildingElementProxy – PredefinedType (Tipo predefinito): USERDEFINED = FIREEXITLABELING

**Documentazione – DOC:** Fornitura di documentazione per il coordinamento della pianificazione e della documentazione in conformità ai requisiti della pianificazione antincendio. I documenti devono essere preparati e forniti in conformità al coordinamento tra architettura e protezione antincendio:

- Documenti di pianificazione:
  - Pianta del sito e
  - Piani, sezioni e viste per ogni piano:
    - I contenuti devono essere derivati dal modello disciplinare (.dwg e .pdf). L’etichettatura (ad esempio, le uscite di emergenza) deve essere indicata separatamente in forma leggibile nelle planimetrie, in conformità al posizionamento degli elementi del modello. I contenuti dei valori (ad esempio la classe di resistenza al fuoco *FireRating*) devono essere indicati separatamente in forma leggibile nelle planimetrie.
- Relazione esplicativa:
  - Concetto di protezione antincendio
- Certificati del produttore relativi all’etichettatura antincendio
  - Verifiche del sistema.



## 3.7 IDS – Information Delivery Specification

Léon van Berlo (autore ospite), Simon Fischer

L'IDS è uno standard di buildingSMART International finalizzato alla strutturazione dei requisiti informativi interpretabili dal computer. L'IDS è uno standard relativamente nuovo e risulta complementare alle MVD. Mentre MVD si occupa di questioni fondamentali come la corretta rappresentazione della gerarchia delle classi e della geometria, IDS specifica le informazioni alfanumeriche dei modelli e definisce i requisiti informativi degli oggetti. Per questo motivo, IDS è uno strumento promettente per fornire e verificare i requisiti informativi. Integra i requisiti informativi attualmente esistenti sotto forma di testo nel processo automatizzato openBIM. IDS può essere utilizzato per due sottoprocessi:

- **Definire le informazioni:** come file per configurare il software di modellazione, fornendo in maniera automatizzata la struttura dei requisiti informativi;
- **Controllare le informazioni:** come file per configurare il software di verifica, automatizzando la verifica della struttura e il contenuto dell'informazione.

Oltre all'integrazione dei requisiti informativi nel processo automatizzato openBIM, IDS offre anche nuove possibilità per la definizione specifica dei suddetti requisiti. In genere, gli EIR definiscono i requisiti informativi in base alle classi IFC e ai tipi predefiniti. Al contrario, IDS può definire i requisiti informativi in base ad attributi, proprietà, quantità, codici di classificazione, materiali e relazioni. Questo tipo di selezione è talvolta chiamato filtraggio, ma formalmente nell'IDS si chiama *applicability*. Ad esempio, una certa proprietà in un particolare Property Set diventa necessaria solo quando un'altra proprietà in un altro Property Set ha un certo valore. Ciò consente ai clienti di richiedere e controllare le informazioni in modo molto specifico.

Il flusso di lavoro IDS inizia con l'area di responsabilità del cliente (soggetto proponente). Il cliente definisce i casi d'uso BIM desiderati e le informazioni necessarie. Vediamo due esempi di requisiti informativi.

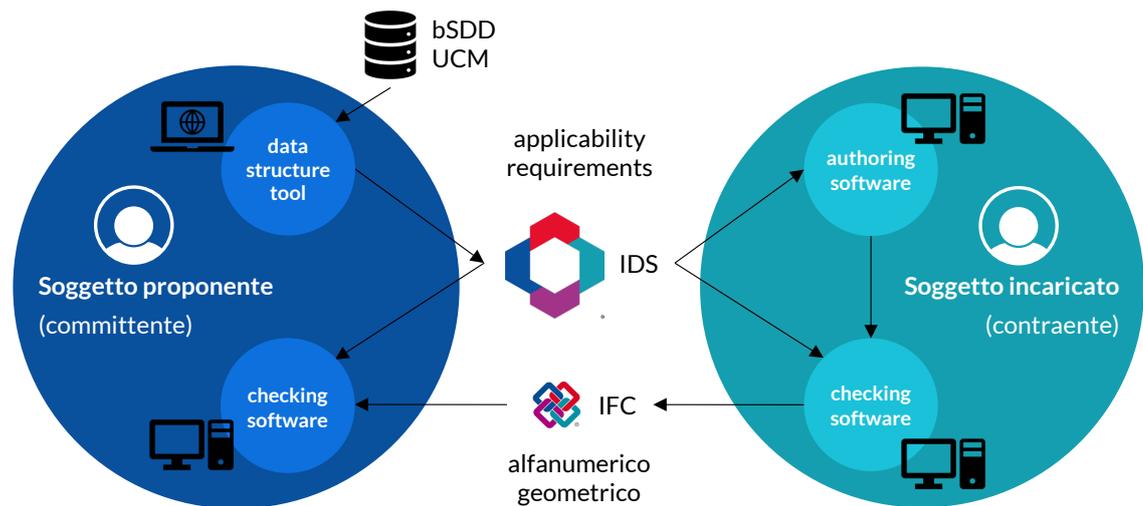
In un primo esempio, un cliente può volere che tutti gli spazi appartenenti al modello risultino classificati attraverso un determinato codice, e avere un paio di proprietà. Il requisito può essere descritto come «*Tutti i dati relativi agli spazi devono essere classificati come [AT]Zimmer ed avere NetFloorArea e GrossFloor Area (entrambi raggruppati all'interno di BaseQuantities) ed una proprietà chiamata AT\_Zimmernummer nel property set Austria\_example.*» Questo è solamente un esempio, e potrebbe trattarsi di qualunque requisito. Gli utenti possono affinare ulteriormente i requisiti perché non si applichino a tutti gli spazi, ma solamente a quelli che soddisfano determinate caratteristiche. Per esempio, gli spazi aventi una certa proprietà o un determinato valore, o ancora gli spazi che fanno parte di una certa gerarchia, o ancora gli spazi classificati in una determinata maniera. Questo concetto vale per tutti gli oggetti, non solamente gli spazi. Questo esempio è usato in seguito per mostrare i diversi modi di visualizzare IDS.

In questo secondo esempio, viene mostrata la specifica di alcune proprietà relative ai muri tramite l'impiego di due diverse *applicability*: «*Tutti i muri devono avere le proprietà LoadBearing e FireRating (entrambi contenuti in Pset\_WallCommon). I muri con il valore true per la proprietà LoadBearing devono avere un valore per la proprietà FireRating*



*appartenente alla seguente lista (ND, REI 30, REI 60, REI 90, REI 120).*» Questo esempio del muro fa parte della descrizione della struttura dati dell'IDS nella sezione successiva.

La definizione dei requisiti informativi è solitamente svolta utilizzando uno strumento per la strutturazione dei dati, come ad esempio i dati dal bSDD, e l'Use Case Management (UCM). Il committente esporta quindi i requisiti informativi in IDS e li invia all'appaltatore (soggetto incaricato). L'appaltatore utilizza IDS come file di configurazione sia per il software di creazione BIM che per il software di verifica BIM. Ciò consente al software di creazione BIM di creare automaticamente le proprietà richieste su base specifica dell'oggetto. Nel software di verifica BIM, il file di configurazione consente il riempimento automatico delle regole di verifica. Il file IFC controllato viene infine inviato al cliente, che utilizza anche il file IDS per configurare il proprio software di verifica. Allo stesso modo, tutti gli attori del progetto possono definire i loro requisiti informativi in modo interpretabile dal computer. In questo modo, IDS abbina i requisiti informativi del committente al modello BIM e consente una verifica automatica della struttura informativa così definita.



**Figura 3.51:** Flusso di lavoro IDS

#### 3.7.1 Struttura dati

Il formato dei file IDS si basa sullo schema XML. Si tratta di una forma standardizzata. Ciò significa che la struttura e la sintassi di un file IDS sono specificate in modo più preciso rispetto a quelle di un file XML generico. A tal fine, buildingSMART International utilizza il formato XSD (XML Schema Definition). Questo definisce quali elementi e attributi devono e possono essere inclusi in un file IDS. La seguente descrizione della struttura dei dati IDS, compresi i parametri delle sfaccettature, si riferisce alla versione IDS 0.9.6 (stato al gennaio 2024).

In generale, un IDS è diviso in due sezioni: un'intestazione («Header») e una lista di specifiche («list of Specification»). L'intestazione contiene i metadati generali del file. Questi sono raccolti nell'elemento `info`. Alcune sue possibili informazioni contenute sono: `title` (titolo), `copyright`, `version` (versione), `description` (descrizione), `author` (autore), `date` (data), `purpose` (scopo) und `milestone`. Solamente il titolo è obbligatorio, tutti gli

### 3.7 IDS – Information Delivery Specification

altri parametri sono facoltativi. Le righe prima dei metadati sono il prologo XML per la definizione della versione e della codifica, così come l'elemento *Root* (<ids . . .>) con la definizione del namespace per il documento.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ids xmlns="http://standards.buildingsmart.org/IDS"
      xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
      xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
      xsi:schemaLocation="http://standards.buildingsmart.org/IDS
                        http://standards.buildingsmart.org/IDS/0.9.6/ids.xsd">
  <info>
    <title>IDS for BIMcert</title>
    <copyright>Simon Fischer</copyright>
    <description>Created to describe IDS for BIMcert</description>
    <date>2023-12-06</date>
  </info>
```

I metadati generali sono seguiti dal contenuto effettivo di un file IDS: un elenco di specifiche. Le specifiche descrivono i requisiti informativi degli elementi in IFC. Sono strutturate in modo tale da essere facilmente comprensibili per l'uomo e interpretabili anche dalla macchina. Una specifica è composta da tre parti: *Metadata*, *Applicability* e *Requirements*.

I **Metadata** sono inclusi come attributi ne Specification element. Nell'esempio seguente, sono inclusi i due parametri obbligatori *name* e *ifcVersion*. Inoltre, è possibile definire la necessità (*occurs*), un identificatore (*identifier*), una descrizione (*description*) e delle istruzioni (*instructions*). La descrizione (*description*) e le istruzioni (*instructions*) sono opzioni per aggiungere ai requisiti una documentazione leggibile dall'uomo. Sebbene l'IDS sia stato progettato per essere interpretato dai computer, in molti casi l'uomo avrà inevitabilmente bisogno di aggiungere informazioni al set di dati BIM. Il creatore di un IDS può quindi lasciare istruzioni che chiariscano qualsiasi requisito per l'inserimento di dati da parte di un essere umano. Il secondo componente dell'IDS è l'*Applicability*. Questo filtro definisce per quali elementi è applicabile la Specifica corrente. Questa restrizione può essere effettuata a livello di classi IFC, ma anche in modo molto più specifico attraverso tipi predefiniti, proprietà, materiali, ecc. Il terzo componente della Specifica sono i *Requirements*. Questi contengono gli effettivi requisiti informativi degli oggetti. La combinazione di *Applicability* e *Requirements* crea la definizione interpretabile dal computer dei requisiti informativi. Entrambi i componenti utilizzano i cosiddetti *Facet* per specificare il loro contenuto. Nel contesto di XML, i *Facet* significano restrizioni per gli elementi XML. Nello schema IDS, i *Facet* descrivono le informazioni che un elemento del modello IFC potrebbe avere. Per rendere i requisiti interpretabili al computer, si utilizzano sei specifici parametri delle *Facet* (sfaccettature). I parametri delle sfaccettature si riferiscono a diversi contenuti dello schema IFC:

- *Entity Facet*
- *Attribute Facet*
- *Classification Facet*
- *Property Facet*
- *Material Facet*
- *PartOf Facet*

I Facet specificati nell' *Applicability* consentono opzioni di filtraggio molto specifiche (ad esempio, solo gli elementi che hanno una certa proprietà con un determinato valore). È anche possibile combinare più Facet, aumentando così le possibilità di definizione individuale dei requisiti. Grazie a questa funzionalità, IDS può fornire definizioni avanzate dei requisiti.

Oltre alla combinazione di Facet, le possibilità all'interno delle Facet includono nuove funzionalità. IDS consente agli utenti di richiedere che le proprietà siano condivise con un certo tipo di dati. Esistono anche ampie possibilità di definire restrizioni sui valori. Ad esempio, il valore di una proprietà può essere selezionato solo da un elenco di valori consentiti. Oppure, se il valore è un numero, può avere un minimo, un massimo o un intervallo specifico. Anche la corrispondenza dei modelli è un'opzione disponibile in IDS. La facet *PartOf* consente agli utenti di richiedere determinate strutture nel set di dati BIM, tipiche dell'uso di IFC. Con questa funzionalità si possono definire i requisiti per cui un oggetto deve far parte di un assieme o di un gruppo. Le restrizioni sulle specifiche sono un altro esempio di funzionalità avanzata. Gli attributi *minOccurs* e *maxOccurs* in XML consentono agli utenti di definire un numero minimo, massimo, un intervallo o un numero esatto di oggetti che devono essere presenti nel dataset BIM. IDS utilizza le restrizioni XSD per migliorare l'affidabilità dell'implementazione. I dettagli sui diversi parametri delle Facet sono riportati in una sezione successiva. Tutte le informazioni tecniche su IDS sono disponibili su GitHub (vedi QR code), dove sono conservati il codice, la documentazione e gli esempi.

Di seguito, l'esempio dei requisiti informativi per le pareti riportato nell'introduzione è mostrato sia in un normale testo in forma tabellare (si veda la fig. 3.52) che in un IDS (si veda il codice alla pagina seguente). La prima *Specification* afferma che ogni parete richiede le proprietà *LoadBearing* e *FireRating* nel Property Set *Pset\_WallCommon*. La seconda *Specification* fornisce i possibili valori per la classe di resistenza al fuoco delle pareti portanti (l'elenco non è completo). L'*applicability* di entrambe le specifiche è evidenziata in azzurro, i requisiti in arancione.

#### LOI – Level of Information (IfcWall)

Proprietà	Data type	Valori	Posizione	Selection set	Note
LoadBearing	IfcBoolean	Logical value	Pset_WallCommon	-	Valore standard: FALSE
FireRating	IfcLabel	Text	Pset_WallCommon	Selection set	Valore standard: ND; Esempio: REI 60
...					

#### Selection sets IfcWall FireRating

Portante	Non portante	...
ND	ND	
REI 30	EI 30	
REI 60	EI 60	
REI 90	EI 90	
REI120	EI120	
...	...	

**Figura 3.52:** Requisiti informativi per gli oggetti della classe IfcWall

<specifications>

## 3.7 IDS – Information Delivery Specification

```

<specification name="IfcWall General" ifcVersion="IFC4">
  <applicability>
    <entity>
      <name>
        <simpleValue>IFCWALL</simpleValue>
      </name>
    </entity>
  </applicability>
  <requirements>
    <property datatype="IfcBoolean">
      <propertySet>
        <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
      </propertySet>
      <name>
        <simpleValue>LoadBearing</simpleValue>
      </name>
    </property>
    <!--further properties-->
  </requirements>
</specification>
<specification name="IfcWall FireRating for LoadBearing walls"
  ifcVersion="IFC4">
  <applicability>
    <entity>
      <name>
        <simpleValue>IFCWALL</simpleValue>
      </name>
    </entity>
    <property datatype="IfcBoolean">
      <propertySet>
        <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
      </propertySet>
      <name>
        <simpleValue>LoadBearing</simpleValue>
      </name>
      <value>
        <simpleValue>true</simpleValue>
      </value>
    </property>
  </applicability>
  <requirements>
    <property datatype="IfcLabel">
      <propertySet>
        <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
      </propertySet>
      <name>
        <simpleValue>FireRating</simpleValue>
      </name>
      <value>
        <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:enumeration value="ND"/>
          <xs:enumeration value="REI 30"/>
          <xs:enumeration value="REI 60"/>
          <xs:enumeration value="REI 90"/>
          <xs:enumeration value="REI 120"/>
        </xs:restriction>
      </value>
    </property>
  </requirements>
</specification>
</specifications>

```

#### 3.7.2 Rapporto tra IDS e IFC

Sebbene l'IDS possa essere utilizzato per richiedere qualsiasi tipo di dati nel settore degli asset edilizi, funziona meglio sui dati strutturati secondo lo standard IFC. Come si vede nell'esempio del requisito del muro (nella specifica della linea), questa specifica indica che questo requisito è realizzato per IFC4. L'applicabilità di questo IDS richiede anche IfcWall. Si tratta di un'entity IFC. Quindi, anche se la specifica può essere utilizzata per dati non IFC, l'IDS tende a preferire le specifiche realizzate su IFC. Questo si può notare anche nella divisione tra attributi e proprietà e nelle relazioni PartOf nei requisiti avanzati.

#### 3.7.3 Rapporto con il buildingSMART Data Dictionary

Quando un utente riceve un IDS dal cliente, ha la possibilità di verificare i propri dati rispetto ai requisiti specificati nell'IDS, come già esposto, ed è possibile includere spiegazioni e istruzioni human-readable al fine di aiutare l'utente a meglio comprendere tali requisiti. All'interno dell'IDS è anche possibile aggiungere un link (formalmente: *Uniform Resource Identifier*, URI) con ulteriori informazioni riguardo la proprietà o il codice di classificazione. In questo modo si evidenzia il legame con il buildingSMART Data Dictionary (bSDD). Un URI che inizi con identifier.buildingsmart.org si riferisce ad un oggetto contenuto all'interno del bSDD. Seguendo questo URI, l'utente ha la possibilità di ottenere ulteriori informazioni sulla proprietà che vadano oltre il livello di dettaglio specificato all'interno dell'IFC. Il bSDD infatti contiene informazioni dettagliate e standardizzate relative a definizioni, unità, relazioni con altri oggetti, ecc. Questo accade per i codici di classificazione, le proprietà (compresi gli attributi e le quantità) e i materiali, tanto per gli standard internazionali che per quelli specifici nazionali. Le opzioni per definire le restrizioni sui valori nelle IDS sono le stesse supportate dal bSDD permettendo così una simbiosi perfetta tra i due strumenti. L'aggiunta dell'URI a una proprietà o a un codice di classificazione (o un sistema) consente agli utenti, e in alcuni casi anche ai computer, di raccogliere ulteriori informazioni sui requisiti e sull'uso tipico di vari oggetti. Ulteriori informazioni sul bSDD sono disponibili nella [sezione 3.8](#).

#### 3.7.4 Parametri Facet

In questa sezione vengono trattate le funzionalità e la possibilità offerte dai sei parametri Facet, i quali, come le specifiche, possono essere esplicitati come attributi XML. Per i Facet utilizzati nei Requirements, così come per le Specifications, la necessità (la condizione per la verifica, occurs) può essere specificata come attributo XML. Alcune Facet offrono funzionalità avanzate e le seguenti definizioni contengono degli esempi di codice per ogni Facet. Tutti i codici portati ad esempio possono essere inclusi sia nell'*Applicability* che nei *Requirements*.

##### Entity Facet

La *Entity Facet* fa riferimento alle classi dello schema IFC, è quindi molto importante per la definizione dell'*Applicability* in quanto identifica a quale classe IFC si applica la specifica. In aggiunta all'obbligatorietà di fornire esplicitamente il nome della classe IFC (name), può essere opzionalmente dichiarato un elemento predefinedType. Il seguente frammento di codice mostra l'uso della Facet Entity per definire l'applicabilità di una specifica a tutti gli elementi della classe IfcDoor.

## 3.7 IDS – Information Delivery Specification

```
<applicability>
  <entity>
    <name>
      <simpleValue>IFCD00R</simpleValue>
    </name>
  </entity>
</applicability>
```

**Attribute Facet**

La *Attribute Facet* tratta con quegli attributi che vengono automaticamente inclusi nelle classi IFC, ad esempio il nome di un elemento o il GUID. Per usare questa Facet, è necessario specificare il nome dell'attributo (*name*), mentre il valore che può assumere è opzionale. Solamente se il nome è specificato, allora l'elemento deve avere un attributo con il nome specifico e un valore (*value*) non vuoto definito. Lo stralcio di codice che segue illustra l'uso dell'Attribute Facet nella definizione dell'*Applicability* di una specifica a tutti gli elementi appartenenti alla classe *IfcDoor* aventi il nome *Entry*.

```
<attribute>
  <name>
    <simpleValue>Name</simpleValue>
  </name>
  <value>
    <simpleValue>Entry</simpleValue>
  </value>
</attribute>
```

**Classification Facet**

Se oltre alle classi dello schema IFC si utilizzano altri sistemi di classificazione, questi possono essere considerati con la Facet Classificazione. Molti di questi sistemi di classificazione esterni, come Uniclass2015, CCI Construction o sistemi nazionali, sono ospitati nel bSDD. La Classification Facet consente di specificare un sistema di classificazione e un codice di riferimento (come un oggetto è classificato all'interno del sistema). Entrambi i parametri sono facoltativi. Se non viene specificato alcun parametro, un oggetto deve essere classificato in qualsiasi sistema con qualsiasi codice di riferimento. Inoltre, è possibile aggiungere un URI come attributo dell'elemento di classificazione per collegarsi a ulteriori informazioni. In questo esempio, è richiesto il sistema CCI Construction con il codice di riferimento *Window*. Per ulteriori informazioni viene fornito l'URI della classificazione (dal bSDD). Se questo frammento di codice viene utilizzato nell'*Applicability* di una specifica e combinato con le Property Facet nei Requirements, è possibile ricostruire l'assegnazione della proprietà alla classe definita nel bSDD.

```
<classification uri="https://identifier.buildingsmart.org/uri/molio/
  cciconstruction/1.0/class/L-QQA">
  <system>
    <simpleValue>CCI Construction</simpleValue>
  </system>
  <value>
    <simpleValue>Window</simpleValue>
  </value>
</classification>
```

#### Property Facet

La Property Facet fa da contraltare alla Facet Attribute in quanto fa riferimento alle proprietà, e in aggiunta, può anche essere utilizzata per specificare le quantità. Per definire i requisiti vengono utilizzati i seguenti parametri: propertySet (quantitySet), property name (quantity name), value, e data type (measure). La valorizzazione della proprietà è facoltativa così come per la Facet Attribute, al contrario risultano obbligatori gli altri campi. Si faccia attenzione a che la tipologia del dato (data type) deve essere specificato come attributo XML del Property Element, e non come elemento XML indipendente. Anche un URI può essere aggiunto come attributo XML per collegare, ad esempio, il bSDD. L'esempio di Specification fornito di seguito necessita che la proprietà LoadBearing abbia il suo valore, booleano (IfcBoolean), corrispondente a true ed appartenente al property set Pset\_WallCommon.

```
<property datatype="IfcBoolean">
  <propertySet>
    <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
  </propertySet>
  <name>
    <simpleValue>LoadBearing</simpleValue>
  </name>
  <value>
    <simpleValue>>true</simpleValue>
  </value>
</property>
```

#### Material Facet

Quando si utilizzano restrizioni relative ai materiali, bisogna tenere a mente che un oggetto può consistere in uno o più materiali. La Facet Material controlla la presenza dello specifico materiale all'interno della selezione di oggetti. Esiste solo un parametro, opzionale, all'interno di questa facet; nel caso in cui non si specifichi un valore particolare verrà verificata la semplice presenza di questo campo. Un URI può essere usato come attributo XML dell'elemento Material per aggiungere ulteriori informazioni relative al materiale.

```
<material>
  <value>
    <simpleValue>ExampleMaterial</simpleValue>
  </value>
</material>
```

#### PartOf Facet

La Facet PartOf può essere utilizzata per specificare le relazioni tra gli oggetti. Le relazioni sono definite nello schema IFC attraverso le classi individuabili da: IfcRel.... All'interno della Facet PartOf, una relazione può essere specificata attraverso queste classi e quelle alle quali si riferiscono. Si osservi che la relazione è specificata attraverso un XML, come attributo dell'elemento PartOf, e non come elemento XML separato. Il seguente estratto di codice mostra un requisito nel quale l'elemento deve risultare appartenente al pavimento. A questo scopo sono specificate due classi, di cui una relazione IfcRelContainedInSpatialStructure oltre che la classe IfcBuildingStorey.

### 3.7 IDS – Information Delivery Specification

```
<partOf relation="IfcRelContainedInSpatialStructure">
  <entity>
    <name>
      <simpleValue>IFCBUILDINGSTOREY</simpleValue>
    </name>
  </entity>
</partOf>
```

#### 3.7.5 Valori semplici e restrizioni complesse

Oltre alla possibilità di specificare i requisiti per i diversi contenuti dello schema IFC tramite le Facet, i requisiti stessi possono essere definiti in modi diversi. A questo scopo, l'IDS distingue tra Valori Semplici e Restrizioni Complesse; i primi sono valori singoli sotto forma di testo, di numero o valore logico (vero/falso). Le seconde permettono la specifica di diversi valori e possono essere ulteriormente suddivise in quattro sottocategorie:

##### Enumerazione (Enumeration)

L'enumerazione è utilizzata per specificare una serie di valori ammessi, tale lista può contenere sia del testo che dei numeri. Segue un esempio che specifica la classe di resistenza al fuoco per i muri portanti (la lista non è esaustiva).

```
<value>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="ND"/>
    <xs:enumeration value="REI 30"/>
    <xs:enumeration value="REI 60"/>
    <xs:enumeration value="REI 90"/>
    <xs:enumeration value="REI 120"/>
  </xs:restriction>
</value>
```

##### Pattern

Un Pattern descrive l'ordine nel quale i diversi caratteri possono essere organizzati. Questa funzionalità si applica principalmente con le naming conventions o nomenclature. Un metodo molto diffuso per definire questi pattern, utilizzato anche nel caso delle IDS, è *Regular Expressions (Regex)* e l'estratto di codice che segue esplicita il caso di una naming convention applicata ad una stanza. In dettaglio `[A-Z]` significa che il nome inizia con una lettera maiuscola, `[0-9]{2}` specifica che sono permessi due caratteri, ognuno compreso tra lo 0 e il 9, inclusi. `-[0-9]{2}` significa invece che il nome deve terminare con i due caratteri tra lo 0 e il 9. I nomi validi sono W01-01 oppure B18-74.

```
<value>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:pattern value="[A-Z][0-9]{2}-[0-9]{2}"/>
  </xs:restriction>
</value>
```

##### Limiti (bounds)

I limiti definiscono un intervallo di valori ammessi, è possibile specificare alternativamente il limite inferiore o superiore o entrambi. Tali limiti possono anche essere definiti come esclusivi `</>` o inclusivi `<=/>=`.

#### Lunghezza (Length)

In ultimo, è possibile specificare la lunghezza di un valore, per esempio il numero di caratteri singoli; è possibile specificare una lunghezza esatta così come una lunghezza minima e massima.

#### 3.7.6 Ambito e utilizzo dell'IDS

Un file IDS può contenere diversi requisiti i quali risultano «blocchi» indipendenti che non hanno riferimenti con altri requisiti all'interno dello stesso file. Questa caratteristica è stata implementata intenzionalmente per permettere di copiare ed incollare i requisiti tra i diversi file, al momento della scrittura di questo capitolo, diverse software house sono al lavoro per implementare sia la scrittura delle IDS che l'importazione in software di modellazione al fine di agevolare l'utente nell'utilizzo di questo standard. Un elenco di prodotti che operano con IDS è disponibile nell'elenco delle implementazioni software di buildingSMART (vedi QR code e filtra per IDS). In futuro, buildingSMART prevede che possano esistere delle librerie contenenti esempi di IDS dove la specifica dei requisiti informativi possa essere a disposizione di tutti e condivisa. In futuro, buildingSMART prevede l'esistenza di librerie IDS in cui gli esempi di requisiti individuali siano condivisi per l'utilizzo da parte di tutti. Gli utenti potranno cercare i requisiti IDS e trascinarli nel proprio spazio per creare il proprio file IDS.

La comunità internazionale ha identificato l'IDS come il metodo più vantaggioso per il controllo automatico della conformità attraverso la convalida dei requisiti informativi alfanumerici. Supporta l'elaborazione dei requisiti informativi fornendo agli utenti una serie di possibilità su ciò che può essere richiesto ai modelli. Un'importante definizione del campo di applicazione di IDS è che si concentra solo sulle «specifiche di fornitura delle informazioni». Ciò significa che i requisiti strutturati di IDS possono definire quali informazioni sono necessarie e come devono essere strutturate. È importante che i flussi di lavoro e gli script automatizzati ricevano le informazioni in modo tale da poterle elaborare automaticamente, e questo è l'obiettivo di IDS. Tuttavia, IDS non può essere utilizzato per definire requisiti di progettazione o le cosiddette «regole» («Rules»). Quindi, non è possibile definire in IDS un requisito secondo il quale tutte le finestre di un bagno devono avere un vetro opaco; ma un requisito secondo il quale tutte le finestre devono avere una proprietà che definisca il tipo di vetro presente nella finestra è una definizione perfetta da definire in IDS. Un software di controllo o un altro algoritmo dovrebbe quindi essere utilizzato per verificare se le finestre dei bagni hanno un vetro opaco o meno. Esiste un'area grigia su questo punto, poiché IDS consente di limitare i valori. Le future versioni di IDS perfezioneranno ulteriormente questo ambito o estenderanno la capacità di IDS di definire regole. I casi d'uso pratici e il consenso definiranno le possibilità future di IDS.

#### 3.7.7 Rapporti con altre iniziative

Esistono molti modi per definire i requisiti informativi. Excel sembra essere il più popolare, ma ha dei limiti. Altre iniziative sono i Product Data Templates (PDT), i Level of Information Need (LOIN), gli Exchange Information Requirements EIR, i piani di esecuzione BIM, la parte «scambi» di mvdXML, SHACL nei domini dei dati collegati e altro ancora. Tutte queste iniziative presentano vantaggi e limiti. A seconda del caso d'uso, altri standard o iniziative potrebbero essere una scelta migliore. Un confronto creato da Tomczak è disponibile seguendo il QR code e nell'fig. 3.53).



3.7 IDS – Information Delivery Specification

○ – No  
 ◐ – Partial  
 ● – Yes  
 \* – under development

© 2022 Tomczak, van Berlo, Krijnen, Borrmann, Bolpagni

	Standardised	Applicability	Fields					Value constraints				Content			Geom.		Metadata		
			Info. type	Data type	Unit of meas.	Description	References	Equality	Range	Enumeration	Patterns	Existence	Documents	Structure	Representation	Detailedness	Purpose	Actors	Process map
Spreadsheet	○	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PDT*	●	◐	◐	●	●	◐	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Data Dict.	●	○	●	●	◐	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IDS*	●	●	●	●	●	◐	◐	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
mvdXML	●	●	●	●	●	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
idmXML	●	◐	◐	◐	◐	●					●		◐	◐	●	●	●	●	
LOIN*	●	◐	◐	●	●	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IFC P.T.	●	◐	◐	●	●	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LD+SHACL	○	●	●	●	●	◐	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Figura 3.53: Differenti modalità per specificare i requisiti informativi

Per la maggior parte dei casi d'uso in openBIM, l'IDS è la soluzione consigliata per definire i requisiti informativi. La compatibilità con IFC e bSDD è bilanciata dalla facilità d'uso e dall'affidabilità. Sono disponibili diversi strumenti software per verificare un file IFC rispetto ai requisiti di un file IDS. In genere, i risultati vengono visualizzati in un visualizzatore. Per condividere i risultati, si consiglia di utilizzare il BIM Collaboration Format (BCF). Il BCF è un modo strutturato per condividere le informazioni sugli oggetti IFC con i partner del progetto. Ulteriori informazioni sul BCF sono disponibili nella sezione 3.4.

3.7.8 Diverse modi di visualizzare un IDS

In questa sezione, l'esempio di requisito informativo per gli spazi riportato nell'introduzione viene utilizzato per mostrare diversi modi di visualizzare gli IDS. Il requisito afferma che: «Tutti i dati relativi agli spazi in un modello devono essere classificati come [AT]Zimmer e avere NetFloorArea e GrossFloorArea (entrambi in set chiamati BaseQuantities) e una proprietà chiamata AT\_Zimmernummer nel Property Set Austria\_example.» La formattazione di questo requisito leggibile dall'uomo in un IDS si presenta come segue:

```
<ids:ids xmlns:xs="https://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:ids="http://standards.buildingsmart.org/IDS">
  <ids:info>
    <ids:title>Austria example</ids:title>
    <ids:copyright>buildingSMART</ids:copyright>
    <ids:version>0.0.3</ids:version>
    <ids:description>A few example checks</ids:description>
    <ids:author>contact@buildingSMART.org</ids:author>
    <ids:date>2023-01-16+01:00</ids:date>
  </ids:info>
  <ids:specifications>
    <ids:specification minOccurs="1" ifcVersion="IFC2X3 IFC4" name="Spaces">
      <ids:applicability>
        <ids:entity>
```

```
<ids:name>
  <ids:simpleValue>IFCSPACE</ids:simpleValue>
</ids:name>
</ids:entity>
</ids:applicability>
<ids:requirements>
  <ids:classification>
    <ids:value>
      <ids:simpleValue>[AT]Zimmer</ids:simpleValue>
    </ids:value>
  </ids:classification>
  <ids:property datatype="IfcReal" uri="https://identifier.buildingsmart.org/uri/buildingsmart/ifc/4.3/prop/GrossFloorArea">
    <ids:propertySet>
      <ids:simpleValue>BaseQuantities</ids:simpleValue>
    </ids:propertySet>
    <ids:name>
      <ids:simpleValue>GrossFloorArea</ids:simpleValue>
    </ids:name>
  </ids:property>
  <ids:property datatype="IfcReal" uri="https://identifier.buildingsmart.org/uri/buildingsmart/ifc/4.3/prop/NetFloorArea">
    <ids:propertySet>
      <ids:simpleValue>BaseQuantities</ids:simpleValue>
    </ids:propertySet>
    <ids:name>
      <ids:simpleValue>NetFloorArea</ids:simpleValue>
    </ids:name>
  </ids:property>
  <ids:property datatype="IfcReal" uri="https://identifier.buildingsmart.org/uri/example/prop/zimmernummer">
    <ids:propertySet>
      <ids:simpleValue>Austria_example</ids:simpleValue>
    </ids:propertySet>
    <ids:name>
      <ids:simpleValue>AT_Zimmernummer</ids:simpleValue>
    </ids:name>
  </ids:property>
</ids:requirements>
</ids:specification>
<ids:specifications>
</ids:ids>
```

La formattazione di questa richiesta leggibile dall'uomo in un IDS è simile a quella della pagina successiva.

La fig. 3.54 mostra un modo diverso di visualizzare questo XML. Qui si vedono le stesse informazioni, ma strutturate come una tabella. Si tratta di una visualizzazione molto generica che può essere applicata a tutti i file XML. Esistono anche visualizzatori specifici che leggono gli IDS basati su XML e li visualizzano in modo leggibile. In un visualizzatore di questo tipo, il nostro esempio si presenta come la fig. 3.55. Come si può notare, esistono molti modi diversi per visualizzare le informazioni contenute in un file IDS.

## 3.7 IDS – Information Delivery Specification

ids:property	ids:propertySet	ids:name
1	ids:propertySet	ids:name
	ids:simpleValue: BaseQuantities	ids:simpleValue: GrossFloorArea
2	ids:propertySet	ids:name
	ids:simpleValue: BaseQuantities	ids:simpleValue: NetFloorArea
3	ids:propertySet	ids:name
	ids:simpleValue: Austria_example	ids:simpleValue: AT_Zimmernummer

Figura 3.54: Visualizzazione tabellare di un XML

## Austria example

✉ contact@buildingSMART.org 0.0.3 2023-01-16+01:00 Construction

A few example checks

© buildingSMART

### Spaces

Describe why the requirement is important to the project.

Provide instructions on who is responsible and how to achieve it.

APPLIES TO:

All *Space* data

REQUIREMENTS:

Shall be classified as *[AT]Zimmer*

*Gross Floor Area* data shall be provided in the dataset *BaseQuantities*

*Net Floor Area* data shall be provided in the dataset *BaseQuantities*

*A T\_ Zimmernummer* data shall be provided in the dataset *Austria\_example*

Figura 3.55: IDS in un visualizzatore



## 3.8 bSDD – buildingSMART Data Dictionaries

Artur Tomczak, Jan Morten Loës (autori ospiti), Simon Fischer



Sebbene lo standard IFC contenga più di mille termini e il doppio delle proprietà, si occupa principalmente delle definizioni generali e universali. L'IFC, come suggerisce il nome, è costituito da classi di base. Queste sono le basi su cui è possibile aggiungere contenuti supplementari, come termini tecnici, nomi di materiali o proprietà aggiuntive per descrivere i dati. La necessità di estendere l'IFC può sorgere, ad esempio, se si vuole rispettare le normative edilizie locali che richiedono determinati codici di classificazione. Potremmo aver bisogno di fornire proprietà specifiche per l'analisi della sostenibilità o di mappare i dati as-built ai sistemi di gestione degli asset. IFC consente di fare riferimento alle classificazioni e di aggiungere proprietà personalizzate, ma si tratta di un processo manuale e soggetto a errori. La libertà di definire nuovi nomi può portare all'utilizzo di nomi diversi per gli stessi concetti, oppure a far sì che gli stessi nomi abbiano significati diversi.

Come gestire la convenzione di denominazione (sintassi) e il significato (semantica) di tutti i nuovi termini che aggiungiamo? Un aiuto può venire dai cosiddetti dizionari dei dati. In parole povere, i dizionari dei dati sono insiemi di termini e definizioni standardizzati che possono essere utilizzati per creare contenuti. Ciò consente ad altri di comprendere e interpretare meglio il significato dei dati. Il bSDD è un servizio gratuito di buildingSMART International per la condivisione e l'accesso a tali dizionari di dati. Chiunque può sfogliare i suoi contenuti e trovare concetti già registrati che possono essere utilizzati per definire i dati. In questo modo, invece di coniare nuovi termini, possiamo riutilizzare lo stesso vocabolario e condividere lo stesso identico significato. Ogni risorsa del bSDD ha un proprio identificatore univoco (URI, Uniform Resource Identifier), che funge anche da link al sito web con le definizioni e le informazioni correlate. In questo modo si garantisce che tutti si riferiscano allo stesso concetto, ne comprendano il significato e forniscano un modo a chi visualizza i dati BIM di interpretarli. Attraverso le relazioni tra i concetti, come la gerarchia e la composizione, i dizionari dei dati possono definire una struttura di dati completa. Mostrare la somiglianza tra i dizionari esistenti può facilitare lo scambio di dati in un contesto internazionale di costruzione e contribuire a ridurre le incomprensioni.

Il bSDD mira a fungere da biblioteca di riferimento centralizzata, distribuendo dizionari di dati provenienti da diverse fonti e rendendoli disponibili a tutti i gruppi di utenti. Questo porta a:

- Interpretazione coerente e trasparente dei dati, evitando incertezze e problemi di comunicazione,
- consentire un'elaborazione automatizzata basata su dati standardizzati e
- che consentono il confronto e l'apprendimento, la scoperta di modelli, il miglioramento dei flussi di lavoro e la condivisione delle conoscenze.

Parallelamente, il progetto bSDD diventa il grafo di conoscenza condiviso delle relazioni tra i sistemi di classificazione, che serve come base per unificare i termini e le proprietà e condividere il significato sia con gli esseri umani che con gli algoritmi delle macchine.

Il bSDD si basa sui principi definiti negli standard internazionali: ISO12006-3 – il quadro di riferimento per le informazioni orientate agli oggetti, ISO23386 – la metodologia

## 3.8 bSDD – buildingSMART Data Dictionaries

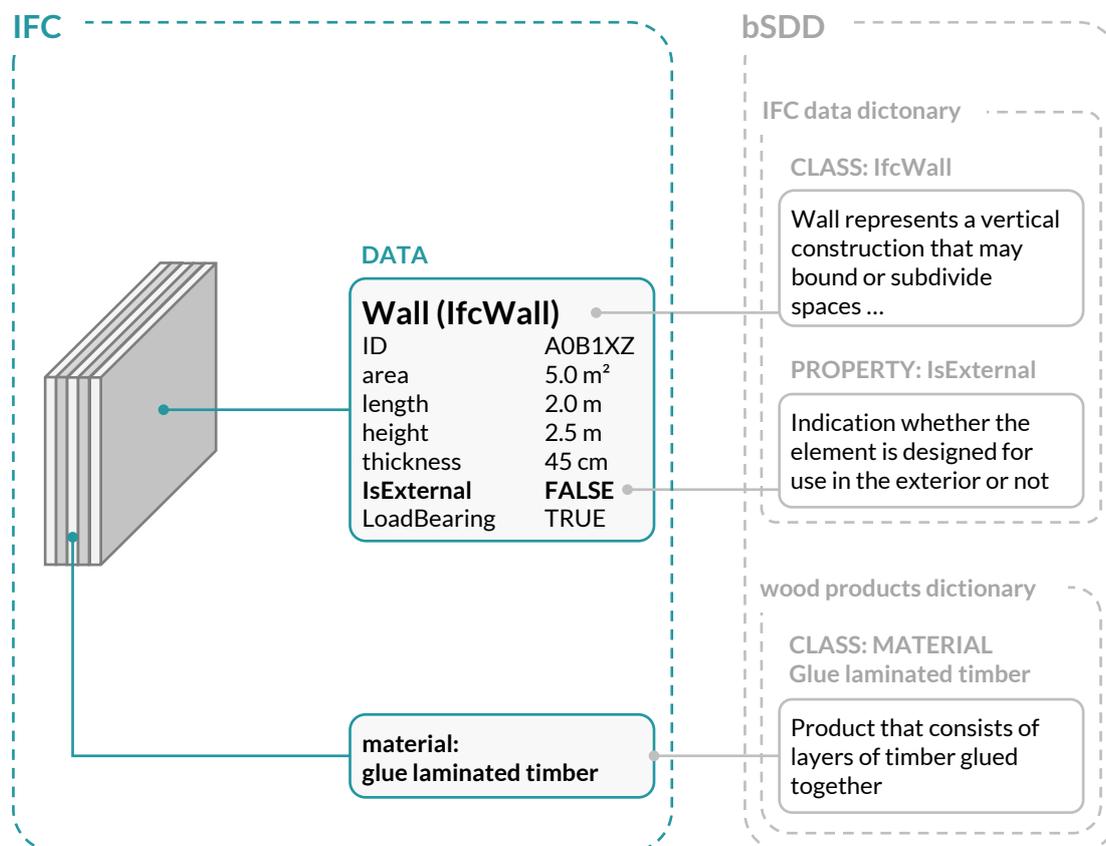


Figura 3.56: Esempio di muro con termini dal bSDD e rispettive definizioni

per la descrizione, la creazione e il mantenimento delle proprietà nei dizionari di dati interconnessi e ISO23387 sui modelli di dati. Questa organizzazione standardizzata dei dizionari di dati consente agli utenti di scambiare dati basati su una struttura comune, di riutilizzare i contenuti esistenti, di mappare i contenuti in altri dizionari e di mostrare la relazione tra diverse classificazioni o termini.

### 3.8.1 Gruppi di utenti e casi d'uso

Lo scopo principale del bSDD è quello di assegnare classi agli oggetti, insieme a proprietà e materiali comuni. Queste proprietà possono anche essere limitate a determinati valori, ad esempio il valore della lunghezza deve essere un numero non negativo. Tuttavia, il bSDD può fornire molti altri servizi e funzioni per diversi casi d'uso, a seconda del gruppo di utenti.

**Editori di dizionari di dati** – *persone che definiscono termini e vogliono condividerli con altri, potenzialmente anche mappando i contenuti esistenti (organizzazioni, associazioni specializzate, enti di standardizzazione, aziende private, produttori, ecc.):*

- **Un quadro comune per i dizionari di dati:** il bSDD fornisce una piattaforma e un quadro comune per ospitare i dizionari di dati, anche per coloro che non possono permettersi di gestire un server adeguato per i loro dati. Il bSDD garantisce inoltre un accesso globale e la conformità agli standard pertinenti.

- **Integrazione software:** bSDD offre l'accesso a numerose integrazioni software e API comuni, che ne consentono l'integrazione in vari flussi di lavoro.
- **Dizionari interconnessi:** i dati possono essere integrati in una rete sempre crescente di dizionari di dati attraverso la mappatura dei contenuti esistenti e la scoperta di relazioni.

**Creatori di dati** – *persone che creano dati di progetto e di prodotto (ad esempio, modelli BIM) o altri contenuti rilevanti (progettisti, asset manager, produttori):*

- **Arricchimento dei dati:** I modelli IFC o altri dati BIM rilevanti possono essere arricchiti classificando gli oggetti in base a uno standard desiderato o a una denominazione (anche privata), aggiungendo classi, proprietà o definizioni di materiali comuni.
- **Integrazione dei dati:** Il bSDD fornisce una fonte per la comprensione e la creazione di dati, fornendo elenchi di termini e valori in modo standardizzato che possono essere consultati ed elaborati sia dalle macchine che dagli esseri umani, evitando fraintendimenti ed eliminando il processo manuale di copiatura dei dati, soggetto a errori, o la produzione di duplicati e ridondanze.

**Controllori della qualità** – *persone che assicurano che i dati BIM forniti siano della giusta qualità e soddisfino gli standard richiesti. Questo vale anche per le istituzioni che ricevono i set di dati BIM come base per processi come i permessi di costruzione o la certificazione verde, in quanto devono garantire che il set di dati soddisfi i loro requisiti (coordinatori e gestori BIM, istituzioni):*

- **Coerenza dei dati:** L'uso di bSDD può prevenire errori, interruzioni e guasti fornendo agli utenti elenchi di nomi e valori possibili ed eliminando così gli errori di ortografia come fonte di errore.
- **Controllo della conformità:** bSDD può fornire termini per la creazione di file IDS per software di controllo della conformità. In questo modo, un modello classificato o un modello che si dichiara creato secondo un certo standard può essere controllato per garantire la qualità dei dati o per verificare la conformità con i rispettivi dizionari per l'uso corretto di entity, proprietà, valori e unità.

**Ricevitori di dati** – *persone che cercano di comprendere meglio i contenuti che devono interpretare (operatori, clienti, progettisti, appaltatori):*

- **Interpretazione:** Le classi e le proprietà non sono più solo nomi, ma possono essere facilmente identificate e dotate di metadati come la definizione, gli autori o l'uso previsto. Ciò consente una migliore comprensione del contenuto.
- **Analisi e simulazione:** MCon dati standardizzati, qualsiasi classe, proprietà o materiale può essere condiviso e utilizzato in processi di analisi e simulazione comuni. Ad esempio, un'analisi di ottimizzazione del prodotto può essere eseguita per scambiare e testare diverse definizioni di materiali per determinare il prodotto più adatto in termini di impatto ambientale, consumo energetico o costo, semplicemente classificando un modello o componenti di modello in modo diverso.
- **Traduzioni:** bSDD può anche memorizzare le traduzioni, fornendo agli utenti nomi nella loro lingua madre e preservando i codici macchina.
- **Mappatura dei dati:** Nel bSDD, qualsiasi parte di un dizionario può essere messa in relazione con altri dizionari esistenti, fornendo così una visione delle connessioni o delle somiglianze con altre definizioni, come i codici internazionali o

### 3.8 bSDD – buildingSMART Data Dictionaries

le definizioni dei materiali. Ciò consente anche di trovare equivalenti o falsi amici, liberando la potenza della conoscenza collegata a livello globale e garantendo la coerenza dei dati e riducendo le ridondanze.

**Sviluppatori di software** – *persone che hanno bisogno del loro software per utilizzare e interpretare i dati, combinare e collegare sistemi diversi e garantire la coerenza dei dati e le prestazioni* (ingegneri dei dati, architetti di sistema, specialisti di software BIM):

- **Integrazione di un'unica fonte:** bSDD può fungere da fonte unica di definizione dei dati, poiché contiene una serie di dizionari e definizioni interconnessi che possono essere tutti derivati collegandosi a un'unica fonte standardizzata attraverso interfacce comuni.
- **Automazione:** bSDD consente di automatizzare i processi grazie a termini standardizzati.

**Altri gruppi di utenti** – *persone o sistemi che ricercano la conoscenza o interpretano le relazioni per scoprire nuove intuizioni* (analisti, ricercatori, IA): I ricercatori possono scoprire come sono strutturate le informazioni in altre regioni o contesti. L'IA o gli algoritmi di apprendimento automatico possono scoprire modelli o intuizioni su come i dati sono collegati o utilizzati e fornire nuove soluzioni o ridurre la ridondanza.

L'elenco dei casi d'uso del bSDD non si limita a quanto sopra. Come piattaforma di dizionari di dati standardizzati e interconnessi, può diventare uno strumento potente e centrale per l'intero settore delle costruzioni e non solo, fornendo le basi per l'integrità e la coerenza dei dati.

#### 3.8.2 Uso pratico

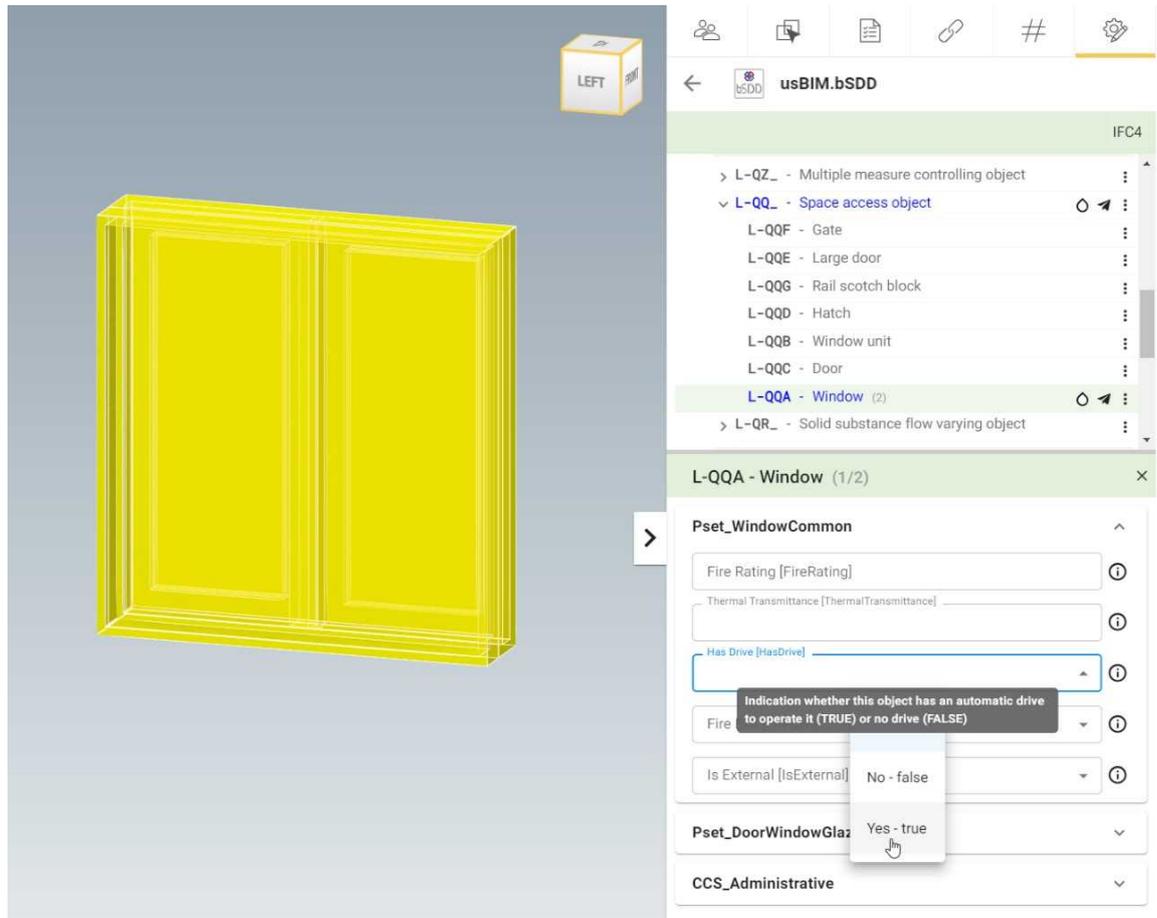
Poiché la bSDD è principalmente una biblioteca di riferimento di termini standardizzati, è possibile copiare e incollare manualmente le definizioni dalla bSDD in documenti o in set di dati. Il contenuto può essere consultato sulla pagina di ricerca del bSDD (vedi QR code). Un approccio molto più semplice è quello di utilizzare soluzioni software integrate con il bSDD, che forniscono una comoda interfaccia utente per accedere e fare riferimento ai contenuti del bSDD. Uno strumento digitale riduce inoltre il rischio di errore umano quando si copiano o si digitano i nomi. L'elenco più recente degli strumenti che dichiarano di supportare specifiche soluzioni openBIM, tra cui bSDD, è disponibile seguendo il QR code. La fig. 3.57 mostra un esempio di implementazioni software che utilizzano i contenuti di bSDD.

Tali integrazioni software sono possibili grazie alle API (application programming interface) di bSDD. Per chi ha dimestichezza con la programmazione, bSDD offre i suoi contenuti attraverso l'API REST (JSON e RDF) e il linguaggio di interrogazione GraphQL. Ulteriori informazioni, istruzioni e documentazione interattiva sono disponibili sul sito web di bSDD (vedi QR code).

#### 3.8.3 Contenuto del bSDD

Il contenuto del bSDD è costituito da singoli dizionari di dati. Ogni dizionario di dati può contenere classi, proprietà e relazioni tra di esse o con altri dizionari. Data la definizione piuttosto universale di dizionario di dati, esso può corrispondere a un sistema di classificazione, a una tassonomia, a una meronomia, a un'ontologia, a una





**Figura 3.57:** Interfaccia Utente per la classificazione di modelli IFC tramite il contenuto del bSDD (ACCA usBIM)

nomenclatura, a una struttura di dati, a un modello di dati, a una biblioteca di materiali, a un thesaurus, a metadati, ecc.

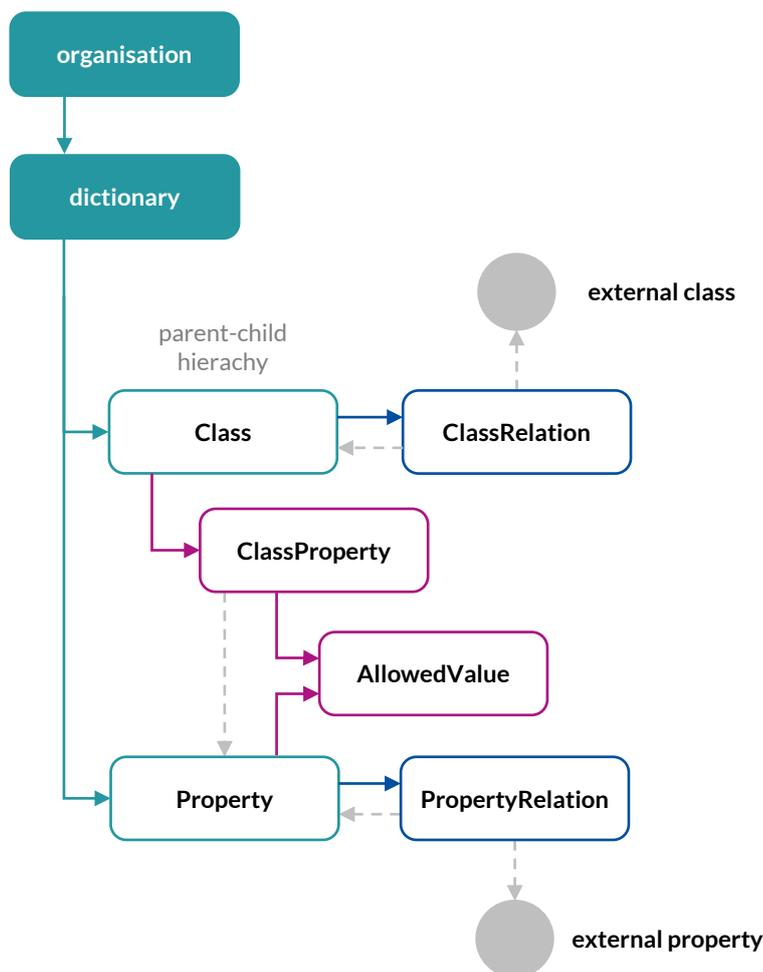


Oltre ai concetti di *Dizionario*, *Classe* e *Proprietà* già menzionati, il bSDD consente anche la definizione di *AllowedValue*, *ClassProperty*, *ClassRelation* e *PropertyRelation*. Ogni concetto è associato a un dizionario padre, ha un proprio identificatore e metadati. La documentazione completa di tutte le informazioni che possono essere incluse nel bSDD è disponibile su GitHub (vedi QR code).

I **dizionari** sono il livello più alto del modello di dati bSDD. Un dizionario è un contenitore composto da metadati e da due elenchi: classi e proprietà.

Le **classi** definiscono oggetti con le stesse caratteristiche. Il bSDD distingue quattro tipi di classi. Il primo e più comune tipo, *Classe*, descrive oggetti reali come una porta o una finestra. *GroupOfProperties* organizza le proprietà. Il tipo *Material* distingue le classi che rappresentano materiali fisici. Grazie a questo tipo, il software sa come interpretare tali classi e renderle disponibili agli utenti. Infine, il tipo *AlternativeUse* può essere utilizzato se nessuno dei tipi predefiniti è adatto. Questo tipo deve essere usato con cautela, poiché la maggior parte dei software non lo utilizzerà. Le classi possono essere organizzate gerarchicamente in una struttura ad albero con riferimento alla

## 3.8 bSDD – buildingSMART Data Dictionaries



**Figura 3.58:** Concetto di una struttura del bSDD

loro classe madre. Ogni classe può essere figlia di una classe genitore e genitore di più classi figlie. Tuttavia, le classi figlie non ereditano informazioni dalla classe genitore. Ad esempio, le proprietà assegnate alla classe genitore non fanno automaticamente parte della classe figlio.

Le **proprietà del bSDD**, come quelle di IFC, definiscono informazioni alfanumeriche che descrivono un oggetto. Le proprietà di esempio sono «Altezza» espressa come valore numerico, «Identificazione» come stringa di cifre, lettere e altri caratteri e «Stato» come uno dei pochi valori possibili (enumerazione). Oltre al nome, all'identificatore, alla definizione e al tipo di dati, le proprietà dei dizionari di dati possono essere limitate a determinati valori. Analogamente a IDS, il bSDD consente di elencare i valori consentiti (AllowedValue), di specificare i pattern (Regex) per i valori di testo o di definire limiti inferiori e superiori per i valori numerici.

Le proprietà e le classi sono concetti indipendenti in bSDD, che possono essere combinati utilizzando **ClassProperties**. Si tratta fondamentalmente di un'assegnazione di proprietà a una particolare classe. Si tratta di un'istanziamento di una proprietà generale per una particolare classe. Ogni proprietà può essere assegnata a più classi. La ClassProperty può essere usata per assegnare proprietà dallo stesso dizionario della

classe, ma anche per riutilizzare proprietà da diversi dizionari esistenti, per evitare duplicazioni. Per impostazione predefinita, tutte le informazioni sulle proprietà vengono passate alla *ClassProperty*. Tuttavia, è possibile sovrascrivere i valori predefiniti. Ad esempio, una proprietà generale «Temperatura» potrebbe assumere qualsiasi valore da  $-273,15\text{ °C}$  in su, ma quando si parla della temperatura dell'acqua che scorre in un sistema, l'intervallo sarebbe compreso tra da  $0-100\text{ °C}$ . I dati possono essere specificati solo in questa fase, non modificati completamente. Ad esempio, se la proprietà definisce tre valori ammessi, la *ClassProperty* può limitarli a uno o due per la classe specifica, ma non può aggiungere un valore che non è presente nella proprietà originale. Un aspetto importante delle proprietà di classe è il *PropertySet*. Questo indica la posizione della proprietà nel modello IFC. Mentre una proprietà può essere membro di diversi gruppi (*GroupOfProperties*), una *ClassProperty* può essere assegnata a un solo *PropertySet*. La definizione di un *PropertySet* a livello di *ClassProperty* consente di memorizzarlo in set diversi per classi diverse. Ad esempio, la proprietà *FireRating* predefinita è memorizzata in *Pset\_WallCommon* per i muri, ma in *Pset\_SlabCommon* per i solai.

Gli ultimi due concetti - *ClassRelation* e *PropertyRelation* - hanno lo scopo di mappare i concetti e definire come si relazionano tra loro. Le classi e le proprietà possono avere le relazioni:

- *IsEqualTo* – se due concetti sono inequivocabili e hanno esattamente lo stesso nome, codice, definizione, descrizione e le stesse proprietà della classe;
- *IsSimilarTo* – se due concetti sono quasi uguali, ma differiscono per il nome, il codice, la definizione, la descrizione o l'insieme delle proprietà della classe;
- *HasReference* – se due concetti sono correlati ma non si applicano altri tipi di relazione (ad esempio, «finestra» fa riferimento a un muro).

Le *ClassRelations* possono essere anche *IsChildOf* e *IsParentOf*, che definiscono la gerarchia o la specializzazione, oppure *HasPart*, *IsPartOf* e *BegriffENHasMaterial*, che mostrano la composizione. Le relazioni consentono di trovare codici e proprietà equivalenti o simili in altri dizionari (*Data Dictionaries*). Ad esempio, quando si progetta una strada che attraversa due Paesi, può essere necessario seguire sistemi di classificazione diversi. Grazie alla mappatura, entrambi i team possono capire le somiglianze tra i loro set di dati e fornire rapidamente agli altri i termini con cui hanno familiarità. Poiché IFC è il dizionario di base del bSDD, può essere collegato direttamente all'interno di una classe (tramite l'attributo *RelatedIfcEntities*) senza utilizzare una *ClassRelation*.



La fig. 3.59 mostra un esempio reale tratto dal bSDD, che contiene la maggior parte dei concetti generali spiegati sopra. A sinistra si trova il dizionario *CCI Construction* e a destra la rappresentazione della struttura IFC come dizionario nel bSDD. Il dizionario *CCI Construction* contiene molte classi in una gerarchia genitore-figlio e definisce una nuova proprietà. Nel nostro esempio ci concentriamo sulla classe *Finestra*. Essa fa riferimento a definizioni interne ed esterne al dizionario *CCI Construction*. Una relazione con la definizione *IfcWindow* del dizionario IFC viene creata tramite l'attributo *RelatedIfcEntities*. Le *ClassProperties* sono utilizzate per includere proprietà dello stesso dizionario (*CCSTypeID*) e del dizionario IFC esistente (ad esempio, *IsExternal*) e per memorizzarle in set di proprietà specifici. Gli altri concetti, *ClassRelation* e *PropertyRelation*, non sono utilizzati in questo esempio.

3.8 bSDD – buildingSMART Data Dictionaries

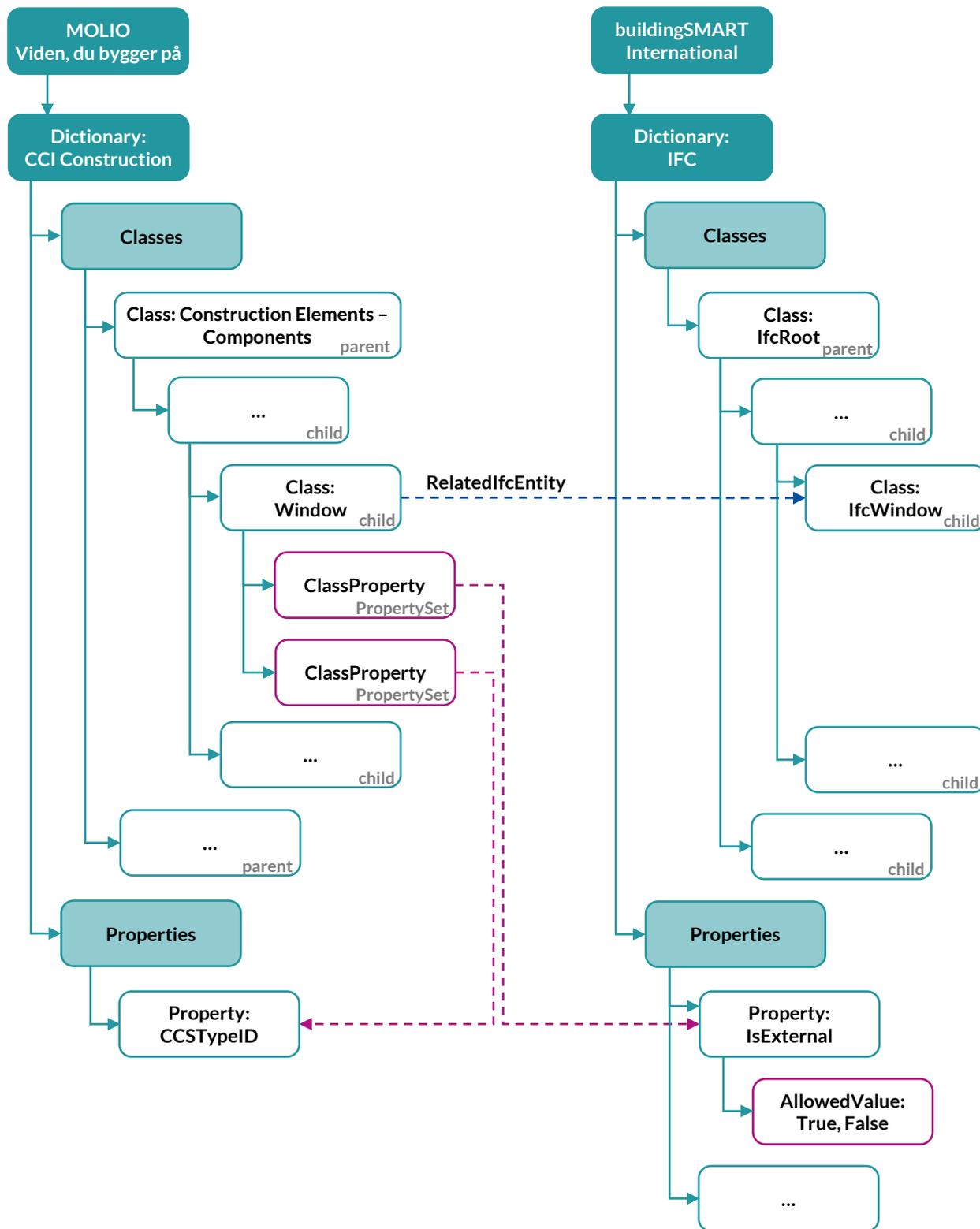


Figura 3.59: Utilizzo di diversi concetti del bSDD per descrivere la classe Window (finestra) del CCI Construction Dictionary

Il contenuto del bSDD può avere uno dei tre stati possibili: Anteprima, Attivo e Inattivo. Quando il contenuto viene pubblicato, è inizialmente impostato sullo stato di Anteprima. A questo punto, l'autore può ricaricare e sovrascrivere il dizionario dei dati o addirittura cancellarlo. Solo quando un contenuto viene attivato (lo stato passa ad Attivo) diventa immutabile, cioè rimarrà invariato nel bSDD finché il bSDD esisterà. Questo stato indica che è sicuro utilizzare il contenuto nei progetti e negli accordi contrattuali. Quando viene aggiunta una nuova versione, il proprietario può decidere di disattivare i contenuti precedentemente attivi. Il contenuto inattivo rimane accessibile e immutabile.

#### 3.8.4 Riferimento dal bSDD all'IFC

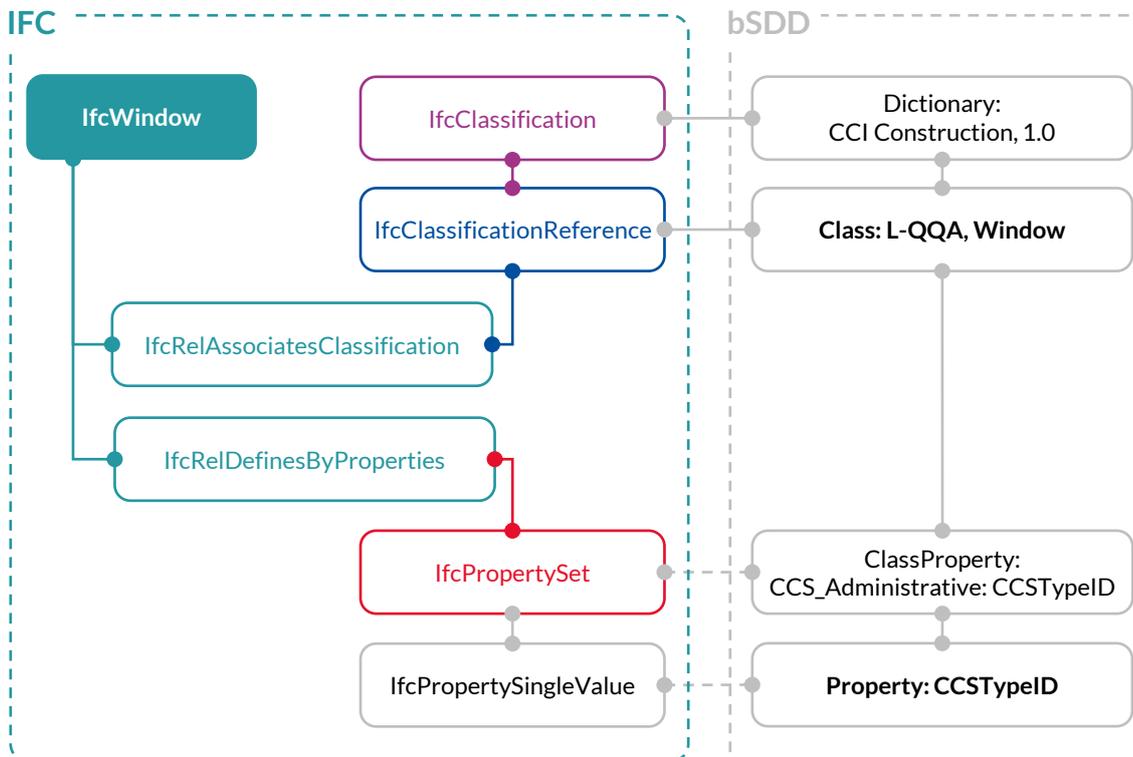
Nel contesto di un modello IFC, i termini del bSDD sono informazioni esterne che offrono la possibilità di arricchire i dati esistenti. Per integrarli, la struttura dei dati IFC prevede il concetto di riferimenti di classificazione, che consiste principalmente in tre entity. *IfcClassification* serve a specificare il sistema di classificazione utilizzato o, nel caso del bSDD, il dizionario. *IfcClassificationReference* definisce una classe specifica del dizionario. Entrambe le entity hanno un attributo per fare riferimento alla fonte dei dati utilizzando un URI in cui sono fornite ulteriori informazioni sulle definizioni. Infine, la relazione *IfcRelAssociatesClassification* crea il collegamento tra la classe specificata e gli oggetti classificati. Ciò è illustrato nelle figure seguenti, che mostrano la classificazione di una finestra *IfcWindow* come finestra del dizionario *CCI Construction Dictionary* in modo schematico e nel file IFC (STEP Physical File). Gli ultimi due attributi di *IfcRelAssociatesClassification* si riferiscono all'entity *IfcWindow* (#886) e alla classe esterna *Window* (#916).

Le ultime sei righe della fig. 3.60 mostrano l'associazione delle proprietà definite nella classe bSDD. Indipendentemente dal fatto che una proprietà definita di recente o esistente sia utilizzata nel bSDD, la sua associazione con le classificazioni esterne non viene memorizzata. Tutte le proprietà sono trattate allo stesso modo in IFC. Sono solo collegate ai rispettivi oggetti, come indicato dal penultimo attributo di *IfcRelDefinesByProperties*. Sebbene l'informazione che queste proprietà sono state assegnate da una classificazione esterna non sia presentata esplicitamente, l'attenzione rimane sulla perfetta associazione delle proprietà con gli oggetti designati. Si noti che l'integrazione varia leggermente tra le versioni di IFC. La documentazione completa è disponibile su Github: pagina «Documentazione bSDD-IFC».

#### 3.8.5 Riferirsi al bSDD dall'IDS

Il bSDD fornisce una terminologia che può essere utilizzata nelle specifiche IDS. L'autore dell'IDS può cercare i termini standardizzati e richiederne la presenza nei dati IFC. Questo vale per tutti i componenti IDS, come proprietà, classificazioni e materiali. Alcuni prodotti software offrono la possibilità di consultare il database bSDD durante la creazione di un IDS. Quando si fa riferimento a nomi standard di bSDD, il loro identificatore sotto forma di URI può essere memorizzato nell'attributo speciale IDS «URI». Questo può essere utilizzato per ottenere ulteriori informazioni su un termine, come il suo significato, il contesto o il modo in cui deve essere misurato il valore di una proprietà.

## 3.8 bSDD – buildingSMART Data Dictionaries



Declaration of the *IfcWindow* object

```
#886 = IFCWINDOW('2s91HGDCf4pvesZmvoXaqK', #12, 'Window-001', $, $, #425, #877, $, 1.5, 9.E-1, .WINDOW., $, $);
```

...

Used data dictionary

```
#915 = IFCClassification('molio', '1.0', '2023-01-01', 'CCI Construction', $, 'https://identifier.buildingsmart.org/uri/molio/cciconstruction/1.0', $);
```

Used class of the data dictionary

```
#916 = IFCClassificationReference('https://identifier.buildingsmart.org/uri/molio/cciconstruction/1.0/class/L-QQA', 'L-QQA', 'Fenster', #915, $, $);
```

Relation between the used class and the classified object

```
#917 = IFCRelAssociatesClassification('3a3lQFAlrRceFf3oC7QLjE', #12, 'Objekt zur Klassifizierung', $, (#886), #916);
```

...

Usage of a new property in an individual property set

```
#960 = IFCRelDefinesByProperties('24Cy7uzn5Ju8KKmcmZccmW', #12, 'Objekt zu Eigenschaften', $, (#886), #961);
```

```
#961 = IFCPropertySet('14EphN_ZzRXujTCUh2zeg4', #12, 'CCS_Administrative', $, (#962));
```

```
#962 = IFCPropertySingleValue('CCSTypeID', $, IFCTEXT('ExamplePropertyValue'), $);
```

...

Usage of an existing property of another data dictionary (e.g. IFC4)

```
#966 = IFCRelDefinesByProperties('2JygXoqUnVP8iD1jXuVBaJ', #12, 'Object to Properties', $, (#886), #967);
```

```
#967 = IFCPropertySet('0_QJcThkXHV9_iyFnB1i_V', #12, 'Pset_WindowCommon', $, (#968));
```

```
#968 = IFCPropertySingleValue('IsExternal', $, IFCBOOLEAN(.T.), $);
```

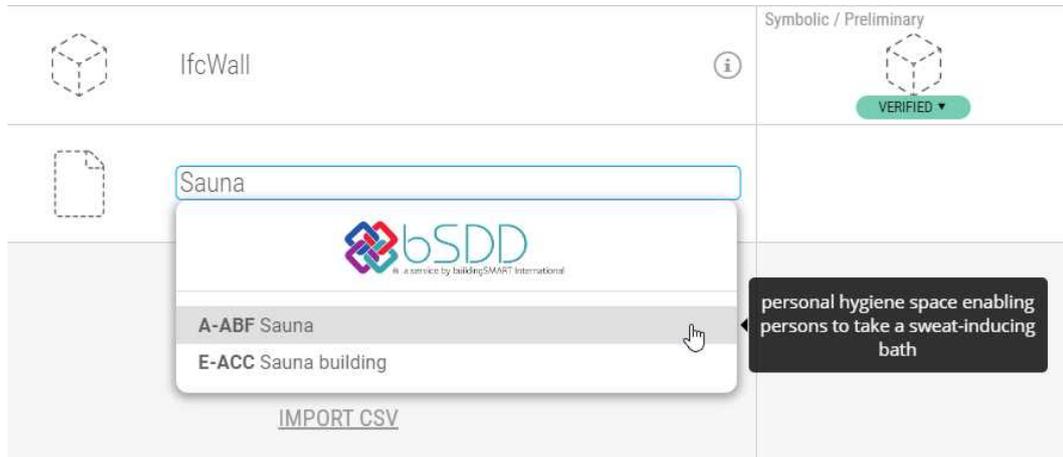
Figura 3.60: Rappresentazione di classi e proprietà esterne al formato STEP Physical File (IFC4)

### 3.8.6 Pubblicare contenuti nel bSDD

Il bSDD può essere utilizzato come struttura per diversi dizionari di dati interconnessi. Sebbene i contenuti siano pubblicati in un quadro comune e strutturati secondo uno standard comune, la loro origine può essere diversa. Qualsiasi organizzazione può creare il proprio dizionario di dati e pubblicarlo nel bSDD, purché soddisfi gli obiettivi e le regole del servizio. Il contenuto deve essere correlato all'industria delle costruzioni, non deve violare accordi di licenza o promuovere prodotti commerciali

### 3 Conoscenza avanzata

#### 3.8 bSDD – buildingSMART Data Dictionaries



**Figura 3.61:** Interfaccia utente di Plannerly permette di navigare il contenuto del bSDD durante la fase di creazione di IDS

e deve consentire il riutilizzo da parte di altri. Gli autori devono evitare di caricare versioni derivate di classificazioni esistenti, ma devono invece integrare ove necessario o proporre miglioramenti.

Il processo di creazione e manutenzione dei dizionari di dati può variare notevolmente, da complesse piattaforme di gestione che seguono le procedure standard ISO 12006-3 e ISO 23386 a semplici elenchi di fogli di calcolo. La piattaforma bSDD consente di utilizzare come input file JSON adeguatamente strutturati, purché conformi alla struttura dei dati bSDD. Il file di modello più recente è disponibile su GitHub. La documentazione del modello di dati bSDD fornisce una guida e spiega quali attributi sono richiesti e quali valori sono attesi. Un file JSON di questo tipo può essere caricato manualmente tramite il portale di gestione di bSDD (vedi QR code) o da software di terze parti tramite un'API (si veda l'elenco degli strumenti software che offrono la creazione e la manutenzione di contenuti bSDD sul sito web di buildingSMART).



Oltre agli strumenti di terze parti dedicati e alle opzioni di inserimento testuale JSON, i contenuti bSDD possono essere preparati anche in un foglio di calcolo. Il repository bSDD contiene sia il file modello di Excel che lo script Python che automatizza la conversione nella forma JSON desiderata. La piattaforma bSDD consente di caricare e accedere gratuitamente ai contenuti, in quanto destinati a essere accessibili al pubblico. Il bSDD offre anche un servizio a pagamento per ospitare dizionari di dati privati con accesso limitato. Questa funzione offre i vantaggi del bSDD, ma per i dati specifici di un'azienda o di un progetto che non sono destinati a essere condivisi pubblicamente.

## 3.9 UCM – servizio Use Case Management di buildingSMART



Thomas Glättli (autore ospite)

### 3.9.1 Nozioni di base

#### Gestione informativa e collaborazione basata sui dati

Il prerequisito per una gestione coerente delle informazioni e per una collaborazione basata sui dati è una comprensione comune delle informazioni necessarie, sia dal punto di vista dell'ordine che della fornitura e dell'utilizzo. L'attenzione si concentra sulle esigenze informative degli attori coinvolti in punti predefiniti del processo e sulla chiara definizione delle informazioni.



La serie di norme EN ISO 19650 identifica il processo e i ruoli nella comunicazione delle informazioni dal punto di vista di chi le fornisce e di chi le richiede. Questa norma descrive la struttura gerarchica e l'implementazione dei requisiti informativi: il richiedente le informazioni (soggetto proponente) definisce gli obiettivi o i requisiti delle stesse che il fornitore delle informazioni (soggetto incaricato) deve soddisfare. Ciò consente di prendere decisioni basate su un flusso regolamentato di informazioni.

La norma EN ISO 7817-1 fornisce la base metodologica per la definizione del Level of Information Need. La metodologia si basa su due aspetti fondamentali: il primo definisce l'esigenza (per cosa, quando, chi, cosa) mentre il secondo descrive la complessità dell'informazione (come).

#### BIM Use Cases

I casi d'uso del BIM descrivono lo scopo per cui i dati e le informazioni vengono creati e utilizzati in un modello digitale. Un caso d'uso descrive il business case e lo scenario ideale, compresi gli obiettivi e i criteri per uno scambio di informazioni efficace, le diverse parti coinvolte con le rispettive responsabilità e i ruoli. Allo stesso tempo, vengono descritte le loro responsabilità nello scambio di informazioni, si chiariscono gli accordi, i contratti, gli standard, ecc. per circostanziare le condizioni che influenzano gli obiettivi o i risultati dello scambio informativo.

Ogni caso d'uso persegue un obiettivo generale e si concentra su un risultato o un beneficio specifico. Secondo il Level of Information Need, un caso d'uso indica chi produce quali informazioni e verso chi le trasmette, in quale momento, in quale formato e con quale livello di dettaglio. Un progetto BIM è caratterizzato da un gran numero di casi d'uso, in questo modo è possibile ottenere un'ampia gamma di informazioni.

I casi d'uso tipici descrivono il processo di calcolo delle quantità e dei costi basato su modelli, la presentazione dell'energia incorporata e dei requisiti energetici operativi, la pianificazione del processo di costruzione, l'organizzazione della logistica del cantiere e la fornitura di informazioni per le operazioni. Una descrizione generale di questi casi d'uso costituisce la base per la progettazione, la costruzione e il funzionamento di un edificio in rete, collaborativo e integrativo. La fig. 3.62 illustra che i casi d'uso riguardano l'intera catena del valore.



**Figura 3.62:** I casi d'uso riguardano l'intera catena del valore

#### **Information Delivery Manual (IDM)**

Lo strumento di controllo principale, la Use Case Definition, si basa su standard internazionali. Il servizio di gestione dei suddetti casi si avvale di questi standard e fornisce agli utenti un metodo sicuro e armonizzato per uno sviluppo corretto.

La loro descrizione uniforme e la definizione dei requisiti di scambio si basano sulla serie di standard ISO 29481 (IDM). Quest'ultimo definisce il quadro di riferimento e i metodi per la rappresentazione dei processi e lo scambio dei requisiti per uno scopo specifico; esso, inoltre, descrive come garantire che le informazioni scambiate siano corrette e complete e che le attività possano essere svolte in modo corretto. Un IDM facilita l'interoperabilità tra le applicazioni software e promuove la collaborazione digitale tra i soggetti coinvolti nel processo costruttivo. Esso fornisce la base per lo scambio di informazioni accurate, affidabili, ripetibili e di alta qualità.

Un caso d'uso è identico a un Information Delivery Manual (IDM). Entrambi seguono lo stesso schema e sono classificati allo stesso modo. Mentre un caso d'uso descrive un singolo caso d'uso specifico e il più possibile definito, un IDM è la sintesi di diversi casi d'uso simili. In questo caso, un caso d'uso è chiamato normativamente SubIDM.

#### **3.9.2 Il servizio UCM, un'offerta di buildingSMART International**

Negli ultimi anni, in tutto il mondo sono stati compiuti notevoli sforzi per descrivere e identificare i casi d'uso; il risultato è stato una proliferazione di documenti, spesso senza un approccio armonizzato o addirittura standardizzato. La mancanza di accesso e l'insufficienza di informazioni relative alla classificazione esatta, allo stato e alla relativa maturità hanno impedito il confronto tra casi d'uso simili. Mettere insieme tutte queste iniziative in modo armonizzato porterà grandi benefici al settore a livello mondiale. La metodologia BIM può essere applicata in modo molto più efficace attraverso un servizio che consenta di sviluppare e classificare i casi d'uso secondo uno schema predefinito.

### 3.9 UCM – servizio Use Case Management di buildingSMART

Il servizio di gestione dei casi d'uso (UCM) è stato quindi creato su iniziativa di buildingSMART Svizzera. Il servizio si basa su una visione chiara: le esigenze informative di un progetto sono definite dalla combinazione di tutti i casi d'uso. Ogni partecipante può utilizzare in modo coerente le informazioni coordinate e i progetti possono così essere realizzati con efficacia. Questo strumento offre a tutte le parti interessate una solida base per la digitalizzazione dei processi e per accelerare la collaborazione. Il servizio UCM promuove l'idea di openBIM ed è caratterizzato da trasparenza e apertura. Lo sviluppo dei casi d'uso è un processo collaborativo e neutrale rispetto ai fornitori che sostiene una sinergia continua tra tutti i partecipanti al progetto.

L'Use Case Management è ora prevista come parte integrante degli strumenti e dei servizi offerti da buildingSMART International (bSI). I vari capitoli bSI (organizzazioni nazionali) o le Room bSI (gruppi aperti di specialisti, ad esempio per edifici, aeroporti, ponti, infrastrutture ferroviarie, ecc.) possono utilizzare il servizio per sviluppare le loro specifiche soluzioni e standard aperti. Il servizio è aperto a tutta l'industria edile e immobiliare. Aziende, associazioni e istituzioni possono sviluppare i propri casi d'uso con riferimento al proprio marchio/applicazione/azienda e, facoltativamente, renderli disponibili alla comunità globale.

#### Obiettivi del servizio di gestione dei Casi d'Uso:

- Un servizio globale e neutrale per gli esperti, per fornire in modo collaborativo casi d'uso di best practice per l'intero comparto edile;
- migliorare lo sviluppo delle competenze digitali attraverso l'uso della metodologia BIM tra le aziende e gli operatori del settore delle costruzioni e del settore immobiliare;
- formulazione neutrale e aperta di casi d'uso basati sul BIM;
- stabilire un linguaggio e una comprensione comuni dei casi d'uso BIM;
- promozione della cooperazione integrata attraverso la definizione di nuovi processi digitali a prova di cambiamento;
- creazione di una base per la gestione continua delle informazioni e un flusso coerente di informazioni durante l'intero ciclo di vita di un cespite;
- fornitura di requisiti di scambio interpretabili dalla macchina;
- sostegno e accelerazione delle attività di standardizzazione delle organizzazioni nazionali e internazionali (dalle best practices alle pratiche consolidate agli standard).

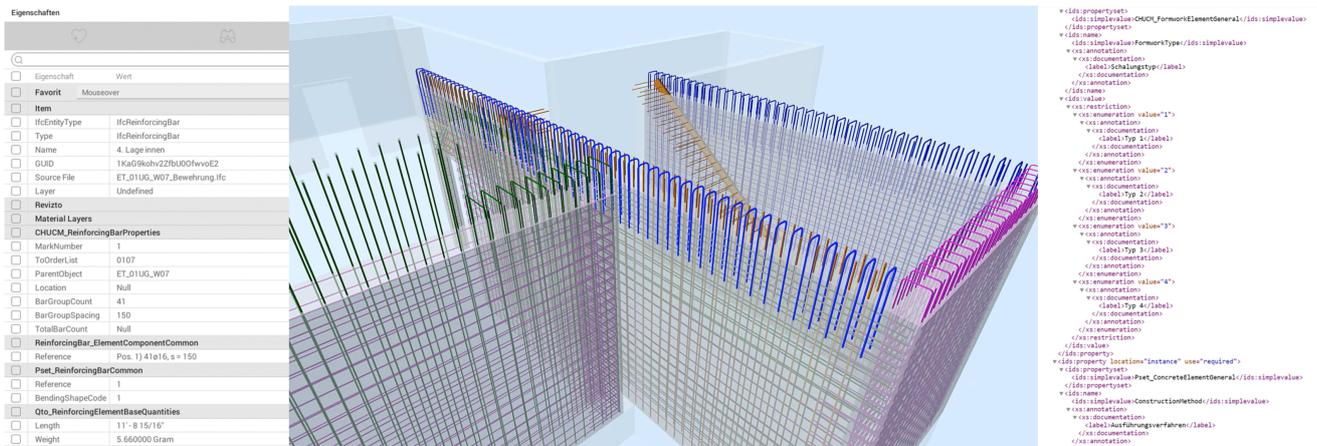
La fig. 3.63 mostra il caso d'uso «Posizionamento dell'armatura basato sul modello» con i set di proprietà definiti nei requisiti di scambio e l'esportazione idsXML.

#### Sito del servizio di gestione dei Casi d'Uso

I casi d'uso pubblicati e gli altri documenti (come casi di studio, white paper e guide) sono disponibili sul sito dell'UCM. Il download è disponibile per tutti dopo la registrazione gratuita. Ogni utente può inoltre aggiungere commenti e questi vengono raccolti e inoltrati ai gruppi di progetto per la discussione. In questo modo si favorisce un processo di miglioramento continuo per creare le fondamenta degli standard futuri.

#### Spazio di Co-Creazione

I gruppi di progetto utilizzano l'UCM Co-Creation Space (noto anche come back-end) per registrare i loro casi d'uso in modo collaborativo. L'obiettivo è quello di condividere



**Figura 3.63:** Caso d’uso «Posizionamento delle armature basate sul modello»

le esperienze dei progetti BIM completati o in corso d’opera e di mettere in comune le competenze. In questo modo, dalle singole esperienze pratiche si genererà una best practice. La piattaforma è strutturata in modo da guidare gli utenti attraverso un processo graduale per lo sviluppo di un caso d’uso. Gli elementi principali del Co-Creation Space sono:

- descrizione del caso d’uso:  
definisce il contenuto e l’ambito della fornitura di informazioni. Delimita il caso d’uso, specifica le dipendenze e fornisce i riferimenti,
- definizione del processo:  
Definisce chi, a chi (attori), cosa (quali informazioni), quando (in quale momento), per cosa (azione da eseguire) e come (formato/livello di dettaglio),
- requisiti di scambio:  
definisce i requisiti per lo scambio di informazioni in un formato leggibile dai professionisti, e
- Information Delivery Specification (IDS):  
I requisiti di scambio sono riferiti all’IFC e forniti nel formato IDS (Information Delivery Specification) interpretabile dalla macchina.

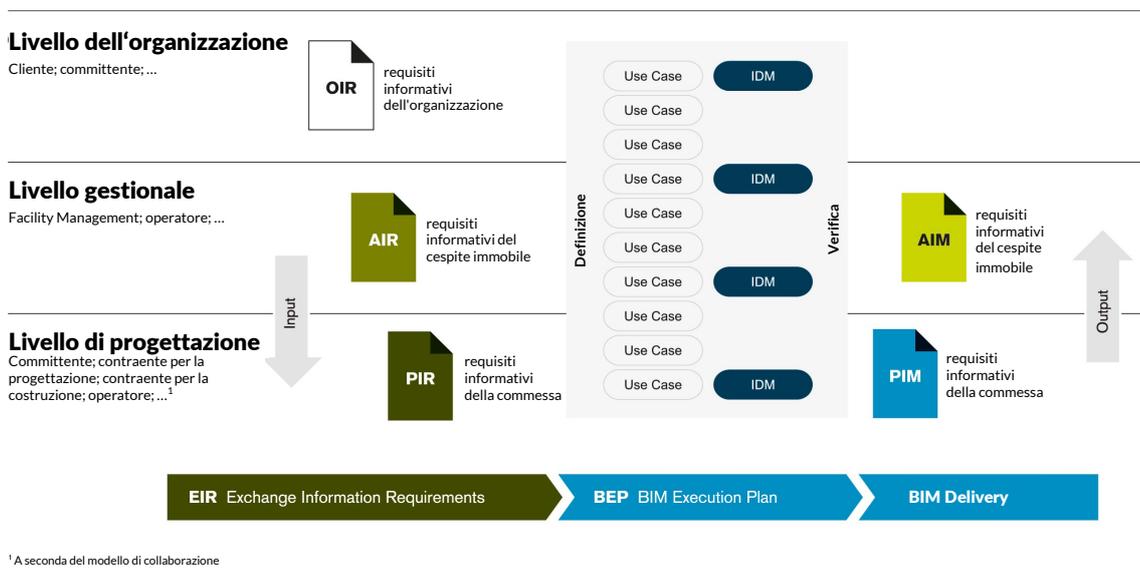
#### 3.9.3 Gestione informativa e casi d’uso in progetti openBIM

Secondo il modello di consegna BIM (vedi QR code) di Bauen digital Switzerland / buildingSMART Switzerland, la gestione informativa è parte integrante della gestione dei progetti openBIM (vedi fig. 3.64). Le informazioni condivise supportano la collaborazione di tutti i partecipanti al progetto e facilitano l’interoperabilità delle applicazioni durante l’intero ciclo di vita.

Lo scambio informativo deve essere regolato tra i soggetti proponenti e i soggetti incaricati attraverso l’uso dell’Exchange Information Requirements. I proponenti specificano le finalità e definiscono i requisiti informativi, mentre gli incaricati specificano i rispettivi servizi offerti. Nel BEP, i soggetti incaricati descrivono le modalità di collaborazione relativa al progetto specifico per quanto riguarda la pianificazione e la fornitura di informazioni. Si mostra come la richiesta informativa del committente serva a soddisfare le necessità informative degli altri partecipanti al progetto attraverso la fornitura di informazioni.



## 3.9 UCM – servizio Use Case Management di buildingSMART



**Figura 3.64:** Modello del processo BIM, da Bauen digital Switzerland / buildingSMART Switzerland

In base alla norma ISO 19650-1, le consegne informative sono stabilite nell'Organization Information Requirement (OIR), nei Project Information Requirement (PIR), negli Asset Information Requirement (AIR) o negli Exchange Information Requirement (EIR). Per garantire un flusso coerente di informazioni, i requisiti informativi di ciascun livello dovrebbero essere specificati in casi d'uso. Questi sono poi riassunti in uno o più Information Delivery Manual (IDM).

I casi d'uso disponibili nel servizio UCM costituiscono la base sia per i soggetti incaricati sia per i soggetti proponenti. Essi sono formulati in maniera generale e consentono a tutti i partecipanti al progetto di avere una comprensione comune e una definizione precisa della fornitura informativa. Questo semplifica notevolmente l'interpretazione delle informazioni al momento di bandire o affidare un progetto. Il soggetto proponente seleziona i casi d'uso rilevanti per il proprio progetto e li indica nell'EIR. Durante la fase di gara, i soggetti incaricati rispondono alle richieste specifiche attraverso il BEP pre-contratto. Se necessario, i requisiti informativi di carattere generale vengono dettagliati e integrati in base al progetto in questione. La gestione del progetto e delle relative informazioni viene effettuata con gli strumenti più adeguati disponibili sul mercato. Il servizio UCM fornisce la base per un bando e un affidamento più rapido e di maggiore qualità, tuttavia esso non fa parte dei progetti openBIM.

Le esperienze acquisite dai vari progetti openBIM possono essere riportate al proprietario del caso d'uso attraverso la funzione di commento offerta dal servizio stesso. In questo modo si garantisce che il contenuto venga aggiornato e possa essere ulteriormente perfezionato.

#### 3.9.4 Sviluppo di un Caso d'Uso

##### Situazione iniziale

Ci sono diversi modi per sviluppare un caso d'uso, teniamo in considerazione che lo stesso può essere utilizzato in diversi progetti ma gestito in maniera differente; ciò che manca è la loro armonizzazione. Questa condizione porta ad inefficienze e a costi aggiuntivi per l'adattamento, in questo caso si consiglia lo sviluppo di un caso d'uso con le best practice di aziende diverse, anche concorrenti. L'obiettivo non è di scambiare le specifiche conoscenze aziendali, quanto piuttosto definire quali siano i requisiti di base che vengono comunemente tenuti in considerazione.

Un altro caso riguarda la ri-progettazione di applicazioni non ancora abilitate al BIM, nella fattispecie si richiede un'elevata competenza da parte del gruppo di progettazione e una verifica molto approfondita dei modelli prodotti per mezzo di diversi strumenti software. In questa maniera è possibile garantire l'approccio openBIM.

Al fine di trarre pieno vantaggio dal potenziale della trasformazione digitale, è consigliabile non limitarsi ad una semplice migrazione dei processi di lavoro esistenti, ma ripensarli dalle fondamenta e ottimizzarli per i requisiti dei progetti BIM.

##### Organizzazione e procedure aziendali

Si considera un buon approccio, per la gestione dei casi d'uso, la costituzione di un gruppo di lavoro multidisciplinare; così facendo le specifiche esigenze dei diversi settori possono essere valorizzate in maniera collaborativa ed integrata.

Il gruppo di lavoro può essere organizzato come segue: il project manager guida il tema di progetto ed è responsabile del coordinamento dello stesso. Il team principale, composto al massimo da sei persone, coinvolge esperti BIM delle diverse discipline afferenti al singolo caso d'uso; il gruppo così composto è responsabile a livello generale della definizione del processo e dei requisiti di scambio non tecnici. Questi, devono comunque essere comprensibili agli utenti finali.

I requisiti di scambio devono poi essere rapportati allo schema IFC dagli esperti che li mappano così da renderli interpretabili anche dalla macchina e li rende disponibili come file idsXML. Al fine del controllo di qualità, il caso d'uso viene verificato attraverso i modelli BIM e convalidato con l'IDS. Le attività svolte da buildingSMART supportano il lavoro svolto dai gruppi di progetto che utilizzano il servizio di gestione dei Casi d'Uso assicurando un controllo formale della qualità, preventivo rispetto alla loro pubblicazione. Ad ogni modo, il contenuto tecnico dello specifico caso d'uso resta responsabilità del team di progetto.

Per massimizzare l'accettazione e i benefici di un caso d'uso, è necessario coinvolgere nello sviluppo un gruppo di revisione avente una base il quanto più ampia possibile. Questo gruppo fornisce un feedback regolare e contribuisce con l'esperienza di altri progetti BIM.

## 3.9 UCM – servizio Use Case Management di buildingSMART

Si tengano a mente i seguenti capi saldo quando si creano i Casi d'Uso:

- organizzazione:
  - L'organizzazione responsabile del caso d'uso nomina un project manager (PM) e definisce l'organizzazione del progetto insieme al capitolo di buildingSMART.
  - buildingSMART crea le strutture del progetto nel servizio UCM.
- kick off meeting:
  - Il PM crea la «Definizione del caso d'uso». Tutti i partecipanti devono conoscere l'ambito, gli obiettivi e le necessarie limitazioni del caso d'uso sin dall'inizio. Una formulazione precisa consente di sviluppare i processi in modo efficiente e mirato.
- processo BPMN:
  - Il gruppo di progetto crea il flusso di processo e definisce i requisiti per lo scambio informativo sulla base del Level of Information Need.
  - Di norma, si utilizza il metodo BPMN. Questo metodo è di facile comprensione per tutti e consente una buona visualizzazione.
  - Un caso d'uso deve essere formulato in modo generale e non deve contenere requisiti specifici per il progetto. Ciò significa che si utilizzano modelli con ruoli generici invece specifiche organizzazioni aziendali.
- requisiti di scambio:
  - I requisiti di scambio sono strutturati e dettagliati in forma tabellare.
- mappatura IFC / IDS:
  - I requisiti di scambio sono legati all'IFC. È necessario tenere conto delle diverse versioni dello schema IFC.
  - I requisiti di scambio sono espressi in formato IDS interpretabile dalla macchina.
- modellazione e verifica:
  - Vengono creati e verificati i modelli disciplinari necessari per il caso d'uso.
- implementazione software:
  - Diversi fornitori di software implementano il caso d'uso nel software proprietario.
  - L'approccio openBIM richiede la possibilità di utilizzare più software.
- verifica e pubblicazione
  - buildingSMART esegue un controllo di qualità formale e pubblica il caso d'uso.

**Esempio di Caso d'Uso «Protezione anticaduta»**

Suva è la più grande compagnia di assicurazione per gli infortuni in Svizzera. I suoi programmi di prevenzione contribuiscono a migliorare in modo sostenibile la sicurezza sul lavoro. L'uso del BIM migliora la pianificazione e il coordinamento delle misure di sicurezza per contribuire a prevenire gli incidenti sul luogo di lavoro. Insieme al capitolo Svizzero di buildingSMART e a un team di progetto interdisciplinare composto da vari specialisti, è stato sviluppato il caso d'uso «Protezione anticaduta».



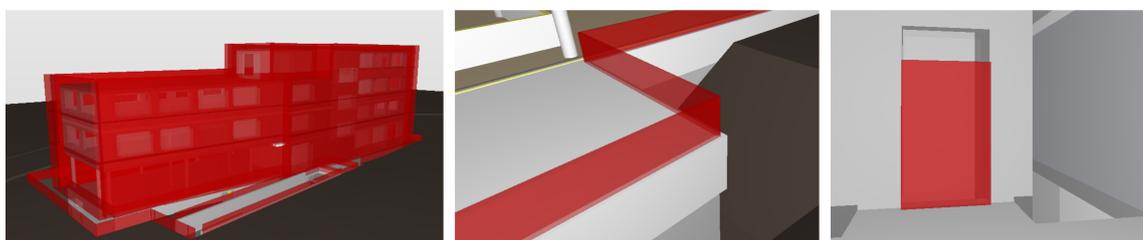
Esempi dei benefici legati al caso d'uso:

- I progettisti ricevono un supporto basato su un modello per la pianificazione e l'appalto delle misure di sicurezza.



**Figura 3.65:** Caso d'uso «Protezione contro la caduta dall'alto» – parapetto in cantiere

- Nel modello relativo alla fase di esecuzione, le imprese possono annotare le azioni da intraprendere per la riduzione dei rischi e inserirle nella programmazione dei lavori.
- L'uso delle tecnologie digitali promuove la cooperazione tra tutti i soggetti coinvolti nel processo di costruzione e ne migliora i processi, nonché la fornitura di informazioni.
- La consapevolezza dei soggetti interessati sulla necessità di adottare misure di sicurezza e salute sul lavoro aumenta, in quanto vengono sviluppate e fornite congiuntamente le basi per il coordinamento e l'attuazione delle misure di sicurezza.



**Figura 3.66:** Caso d'uso «Protezione contro la caduta dall'alto» – viste di modello

Le misure di protezione anticaduta possono essere verificate per completezza nel modello disciplinare «Protezione anticaduta». Esse costituiscono la base per la preparazione e l'esecuzione del lavoro in cantiere. Le rappresentazioni digitali facilitano la corretta implementazione in quanto il modello disciplinare può essere utilizzato anche come strumento di audit per le ispezioni di sicurezza. La visualizzazione delle misure di sicurezza pianificate utilizzando la mixed reality ne migliora le possibilità di ispezione. Le carenze nell'attuazione possono essere meglio identificate e corrette in cantiere. Inoltre, vengono forniti modelli per i clienti, componenti parametrici per la modellazione, set di regole per la verifica del modello «Protezione anticaduta». Ai fini della modellazione, 20 tipi di protezione anticaduta sono disponibili in sei diversi strumenti software come componenti parametrici con un livello di dettaglio di LOG100 e in parte di LOG300.

## 3.9 UCM – servizio Use Case Management di buildingSMART

**3.9.5 Prospettive relative al servizio Use Case Management**

La portata del servizio viene costantemente ottimizzata e vengono aggiunte nuove funzionalità. L'attenzione è rivolta all'allineamento con la technical roadmap di buildingSMART International (vedi QR code). Il prossimo passo sarà quello di consentire la creazione e l'esportazione dei requisiti di scambio come file IDS (Information Delivery Specification). È prevista anche un'interfaccia con il buildingSMART Data Dictionary (bSDD). Il riferimento al bSDD renderà più semplice e affidabile la creazione dei requisiti di scambio.



# 4 BIM project implementation

Questo capitolo fornisce una visione approfondita dell'implementazione pratica dei progetti BIM lungo tutte le fasi del ciclo di vita di un edificio (EN 16310): iniziativa, avvio, progettazione, approvvigionamento e costruzione. La fig. 4.4 mostra un confronto con le fasi nazionali. Il presente capitolo spiega i passaggi funzionali e le attività necessarie per l'implementazione di un progetto openBIM. Si presuppone che i contenuti dei [capitolo 1](#), [capitolo 2](#) e [capitolo 3](#) siano già noti. Le procedure illustrate devono sempre fare riferimento ai documenti per l'implementazione BIM, ossia l'EIR del committente e il BEP, oltre alle specifiche di servizio standardizzate a livello nazionale (relative alla struttura organizzativa BIM).

### **Panoramica della struttura organizzativa BIM (sottoinsieme della struttura organizzativa del progetto)**

La [sezione 2.5](#) ha fornito una descrizione introduttiva dei ruoli coinvolti nel processo openBIM. Questa sezione colloca tali ruoli all'interno della struttura organizzativa BIM. Una spiegazione più dettagliata dell'esecuzione di un progetto BIM sarà presentata nelle sezioni successive. Le fig. 4.1 e fig. 4.2 offrono una panoramica della struttura organizzativa BIM di base durante le fasi di progettazione e costruzione. Tuttavia, per ciascun progetto potrebbe essere necessario sviluppare una struttura organizzativa specifica, adattata alle peculiarità del progetto stesso.

### **Ruoli principali nella gestione BIM**

La funzione BIM, che include i ruoli e le unità organizzative, rappresenta gli interessi del committente. Essa è composta da due ruoli principali:

- BIM Management (committente)
- BIM Management (controllo)

*BIM Management (committente):* Questo ruolo è responsabile della gestione delle attività che non possono essere delegate e partecipa al progetto fin dalle fasi iniziali. Le sue principali responsabilità sono:

- Definire le condizioni quadro del progetto.
- Stabilire le specifiche dei servizi richiesti ai vari attori.
- Applicare le esigenze del committente alla struttura dei dati utilizzata nel progetto.
- Preparare l'*EIR del committente*, il documento che raccoglie le necessità informative del committente, compresi i requisiti per la gestione operativa (*Asset Information Requirements – AIR*).

Nel contesto del processo openBIM, questo ruolo definisce i requisiti relativi ai dati da fornire e ai formati per lo scambio, basandosi sugli standard buildingSMART. Il tema della standardizzazione è trattato nelle [sezione 2.2](#) e [sezione 3.1](#).

*BIM Management (controllo):* Questo ruolo è responsabile dell'implementazione operativa del progetto BIM, nel rispetto delle specifiche definite dalla BIM Management (committente). Essa concretizza le linee guida contenute negli Exchange Information

Requirements (EIR) del committente e, partendo da queste, sviluppa il pre-BEP (oGI), un documento preliminare che stabilisce i requisiti minimi e la struttura di base. Il team di progetto, successivamente, elabora il BEP specifico per il progetto.

Il BEP, ovvero il BIM Execution Plan (pGI) viene sviluppato dall'appaltatore (team di progetto) e aggiornato durante il progredire delle attività. Il ruolo principale per la gestione del BEP è affidato al Coordinamento BIM generale, il quale è incaricato di verificare e approvare il documento e i suoi aggiornamenti insieme BIM Management (controllo). Questo documento rappresenta la base per una collaborazione efficace basata sul BIM durante tutto il progetto. Nel caso in cui gli appaltatori principali si avvalgano di subappaltatori, essi devono trasmettere i requisiti richiesti attraverso un sub-EIR. Gli EIR del committente fanno parte integrante del contratto tra il committente e il team di progetto, poiché contengono requisiti vincolanti. Il BEP (pGI), invece, è considerato un «documento vivo», in costante aggiornamento e con funzione di linea guida.

Il Coordinamento BIM generale ha il compito di verificare e coordinare i contenuti BIM interdisciplinari prodotti dal team di progetto. Questo ruolo funge da principale punto di contatto per la progettazione digitale nei confronti della BIM Management (controllo). Il Coordinamento BIM generale è responsabile del modello di coordinamento e supervisiona l'esecuzione dei compiti assegnati ai rispettivi Coordinatori disciplinari BIM. Questi ultimi, a loro volta, verificano i contenuti BIM specifici relativi alle diverse discipline o ambiti del progetto.

### **Esempio di sviluppo di un progetto BIM nell'edilizia**

La Figura 4.1 rilievo inizia con un rilievo dello stato di fatto, creando il modello del terreno (contesto circostante) e il modello dello stato esistente (quest'ultimo può essere realizzato anche dall'appaltatore per la progettazione). Una volta verificato, tale modello viene reso disponibile come base progettuale per l'architettura, l'ingegneria strutturale, gli impianti tecnologici e la fisica tecnica dell'edificio. I diversi appaltatori di progettazione, appartenenti a differenti discipline, elaborano i rispettivi modelli disciplinari sotto la direzione del Coordinatore disciplinare BIM competente. Il Coordinamento BIM generale si occupa poi di unire questi modelli disciplinari in un modello di coordinamento e di verificare le eventuali interferenze tra di essi.

I partecipanti al progetto scambiano i modelli di riferimento per garantire una coordinazione reciproca. Nel contesto di un processo openBIM, i modelli disciplinari vengono condivisi in formato IFC, mentre la comunicazione basata sui modelli tra i partecipanti avviene attraverso commenti BCF. Lo scambio di informazioni avviene tramite un Common Data Environment (CDE). La collaborazione basata sui modelli non è limitata alle sole discipline che producono modelli disciplinari; altre figure progettuali, come la progettazione antincendio, sono integrate nel processo tramite commenti BCF, influenzando la creazione e la coordinazione dei modelli senza sviluppare modelli propri. Analogamente, il piano di sicurezza e coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione è considerato nel coordinamento complessivo. Tali discipline progettuali, pur non modellando direttamente, potrebbero in seguito diventare BIM Modeller e realizzare propri modelli disciplinari.

Il modello di coordinamento può essere utilizzato come base per la gara d'appalto, l'assegnazione e la contrattualizzazione dei servizi di costruzione. Oltre agli elementi modellati, il modello di gara deve includere anche elementi rilevanti per l'offerta, come le attrezzature di cantiere e i volumi di scavo richiesti. Eventuali proposte alternative potrebbero portare alla definizione di un modello di gara separato.

I ruoli BIM prevedono compiti specifici che devono essere svolti da persone, ma il numero di ruoli non corrisponde necessariamente al numero di individui coinvolti. Un esempio significativo è rappresentato dalla possibilità che, in molti casi, la stessa persona responsabile della creazione del modello disciplinare architettonico (BIM Modeller) possa assumere anche il ruolo di Coordinatore BIM disciplinare per l'architettura e, nei progetti di dimensioni ridotte, persino quello di Coordinatore BIM generale.

La Figura 4.2 mostra il team di progetto durante la fase di costruzione. Durante questa fase vengono prodotti i modelli esecutivi per l'architettura, l'ingegneria strutturale, gli impianti tecnologici, la fisica tecnica dell'edificio, l'ergotecnica edile, la stima dei costi, le opere accessorie e un piano di sicurezza e coordinamento. Il team di rilievo assegnato si occupa della documentazione dello stato di avanzamento durante la costruzione. Il rilievo in cantiere è coordinato dal direttore di cantiere. Le nuvole di punti risultanti vengono confrontate con i modelli delle discipline. Il Coordinamento BIM generale individua e coordina eventuali deviazioni, documentando il risultato nel modello. Il livello di dettaglio della documentazione dipende dalla rilevanza delle modifiche per i processi successivi. Il risultato finale è una documentazione completa dello stato di fatto, utilizzando i modelli delle discipline aggiornati. Questo stato di fatto viene trasferito nel modello informativo del cespite immobile (AIM), comprensivo dei modelli delle discipline aggiornati e della documentazione tecnica.

Questo capitolo è strutturato secondo le fasi della norma EN 16310: iniziativa, avvio, progettazione, approvvigionamento e costruzione. Le denominazioni delle fasi variano da paese a paese. Nella fig. 4.4 vengono confrontate le fasi di standard selezionati per garantire che le sezioni siano collegate alle denominazioni nazionali delle fasi.

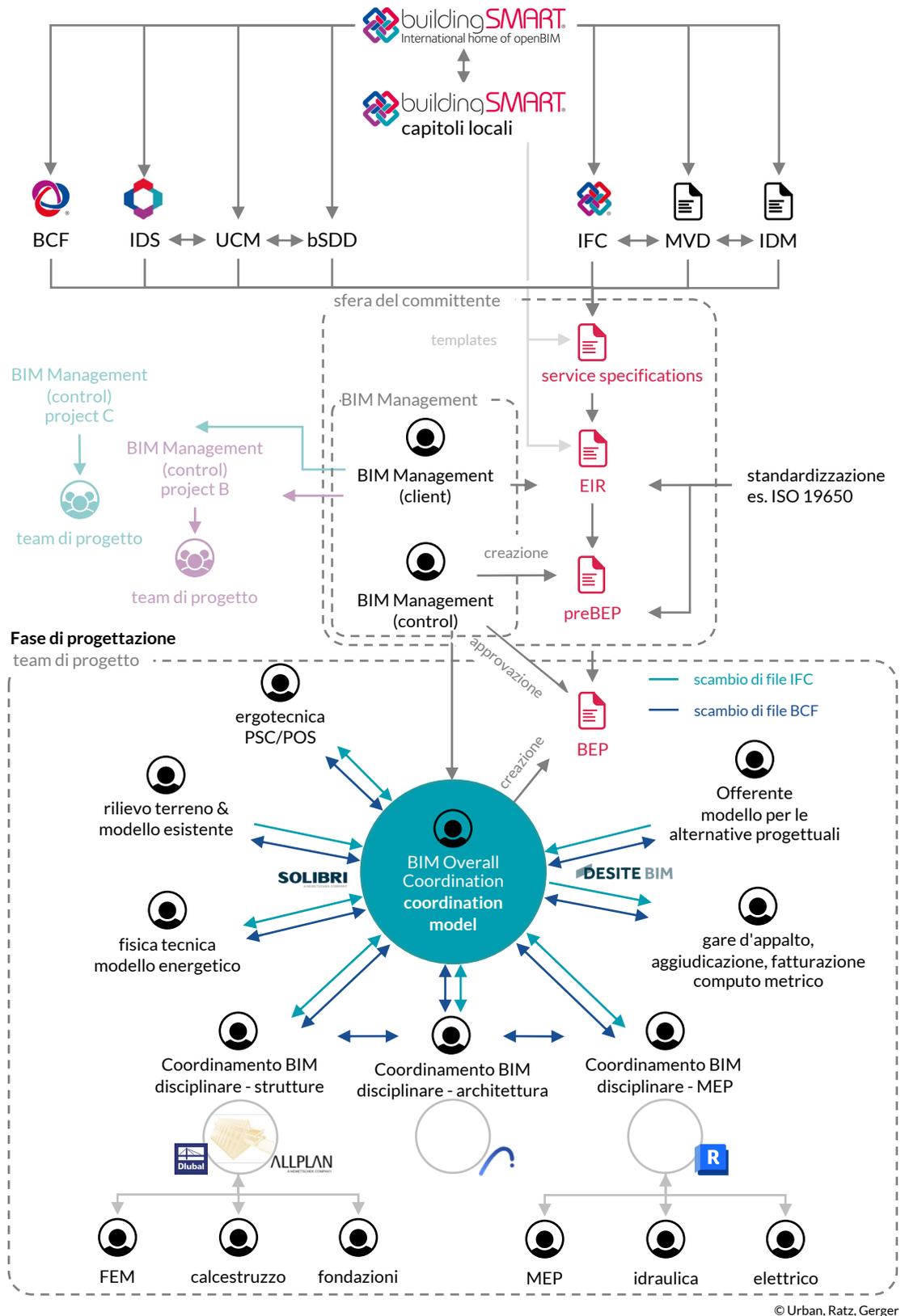
Il processo edilizio in Italia è regolato da diversi standard e dal decreto legislativo 36/2023, che costituisce il codice dei contratti pubblici. Tra gli standard più rilevanti spicca la UNI 11337-1:2017, appartenente alla serie dedicata alla gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni, e la UNI 10838:1999, che fornisce terminologie legate all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia. La UNI 11337-1 suddivide il processo informativo in due stadi principali: sviluppo ed esercizio. Lo stadio di sviluppo si articola ulteriormente in tre sotto-stadi, programmazione, progettazione e produzione, ciascuno organizzato in fasi specifiche. La programmazione include le fasi esigenziale e di fattibilità e sostenibilità; la progettazione comprende le fasi funzionale-spaziale, autorizzativa e tecnologica; la produzione si articola in fasi esecutiva e di collaudo e consegna; infine, l'esercizio si concentra su gestione e manutenzione. Il decreto legislativo 36/2023, negli articoli 21 e 41, introduce un approccio operativo per i contratti pubblici. L'articolo 21 identifica cinque fasi principali del processo (programmazione, progettazione, pubblicazione, affidamento, esecuzione) e integra il concetto di ciclo di vita digitale,

promuovendo l'uso del BIM. L'articolo 41 specifica che la progettazione è articolata in due livelli successivi: il progetto di fattibilità tecnico-economica (PTFE) e il progetto esecutivo (PE). Nell'ambito della programmazione e della progettazione, il PTFE è inquadrato attraverso due fasi principali, la project phase e la design phase, che ne guidano lo sviluppo a partire dal quadro esigenziale, passando attraverso strumenti fondamentali come il Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) e il Documento di Indirizzo alla Progettazione (DIP).

La Figura 4.5 illustra la struttura organizzativa BIM descritta sopra e i modelli necessari durante le fasi del progetto. All'inizio della fase di avvio, vengono stabilite le basi necessarie per l'appalto dei servizi di progettazione: la struttura organizzativa BIM, il capitolato dei servizi e gli Exchange Information Requirements (EIR) del committente. Le basi degli EIR del committente sono fornite dalle specifiche dei servizi, che definiscono i ruoli rilevanti e i rispettivi compiti e responsabilità. Pertanto, la struttura organizzativa del progetto BIM viene di solito definita per prima, seguita dalla definizione delle specifiche dei servizi. Queste ultime definiscono i servizi principali e quelli opzionali per i ruoli previsti nel progetto. Queste specifiche costituiscono la base per gli EIR del committente, che includono requisiti riguardanti la struttura dei dati, il livello di dettaglio, le interfacce, le etichette, il trasferimento dei dati e la piattaforma di collaborazione. Tali requisiti considerano diversi casi d'uso, in particolare quelli operativi, e garantiscono che le informazioni generate durante le fasi di progettazione e costruzione possano essere riutilizzate. Nel passo successivo, la BIM Management (controllo) redige un pre-BEP, oGI,. Questo documento si basa sugli EIR del committente relativi al progetto e specifica la sequenza esatta per l'implementazione delle specifiche EIR durante il progetto. La fase di avvio si conclude con la determinazione del BEP da parte del Coordinamento BIM generale, in cui vengono concordate e valutate le specifiche per l'implementazione del progetto basato sul modello, basandosi sul pre-BEP, oGI, con l'aiuto del team di progettazione. Il BEP rappresenta la base per tutta la comunicazione, collaborazione, scambio di dati e processi di controllo nelle fasi di progettazione, approvvigionamento e costruzione. Il BEP è un «documento vivo» e verrà aggiornato durante tutte le fasi del progetto. Se necessario, il BEP sarà adattato in base alle esigenze dal Coordinamento BIM generale e in consultazione con il team di progetto, sotto la supervisione della BIM Management (controllo).

Sulla base di questi requisiti (individuati dalle frecce rosse), i modelli disciplinari vengono creati nella fase di progettazione e fusi nel modello di coordinamento (freccie turchesi nella fase di progettazione). Le informazioni per l'appaltatore completano i modelli disciplinari (freccie turchesi) durante la fase di approvvigionamento. Durante la fase di costruzione, i modelli disciplinari vengono aggiornati secondo lo stato di fatto (freccie viola). Il Coordinamento BIM generale trasferisce questa documentazione dello stato di fatto al facility management (come AIM) (freccia rossa), secondo i requisiti del committente (o in base a un caso d'uso).

## 4 BIM project implementation



**Figura 4.1:** Gruppo di progetto e rispettivi partecipanti in fase di progettazione

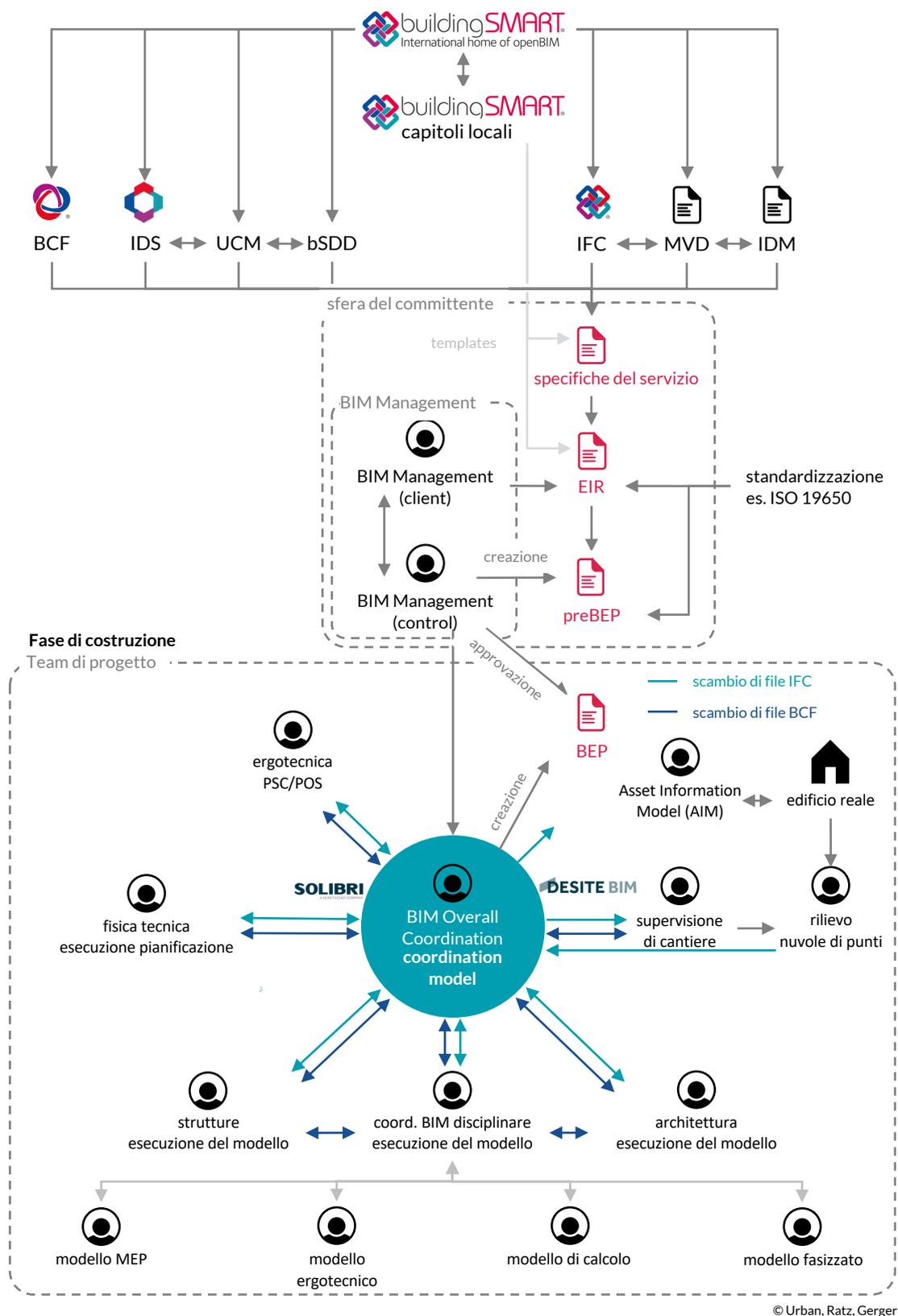


Figura 4.2: Gruppo di progetto e relativi partecipanti in fase di costruzione

## 4 BIM project implementation

ISO 22263:2008		EN 16310:2013		ISO 12006-2:2015
<b>0. Inception</b>	0.1 Portfolio requirements	<b>0. Initiative</b>	0.1 Market study	<b>1. Inception / procurement</b>
			0.2 Business case	<b>2. Feasibility</b>
<b>1. Brief</b>	1.1 Conception of need	<b>1. Initiation</b>	1.1 Project initiation	<b>3. Outline proposals, programme preparation</b>
	1.2 Outline feasibility		1.2 Feasibility study	
	1.3 Substantive feasibility		1.3 Project definition	
<b>2. Design</b>	2.1 Outline conceptual design	<b>2. Design</b>	2.1 Conceptual design	<b>4. Schema detail / costing</b>
			2.2 Preliminary design and developed design (B&I)	
			2.3 Technical design or FEED	
	2.2 Full conceptual design		2.4 Detailed engineering	
	2.3 Coordination design (and procurement)	<b>3. Procurement (IF)</b>	3.1 Procurement	<b>6. Production information and bills of materials</b>
		3.2 Construction contracting	<b>7. Tender action</b>	
<b>3. Production</b>	3.1 Product information	<b>4. Construction</b>	4.1 Pre-construction	<b>8. Construction preparation</b>
	3.2 Construction		4.2 Construction	<b>9. Construction operations onsite</b>
	4.3 Commissioning		<b>10. Completion</b>	
	4.4 Hand over			
	4.5 Regulatory approval			
<b>4. Maintenance</b>	4.1 Operation & maintenance	<b>5. Use</b>	5.1 Operation	<b>11. Feedback</b>
			5.2 Maintenance	
<b>5. Demolition</b>	5.1 Disposal	<b>6. End-of-life</b>	6.1 Revamping	
			6.2 Dismantling	

**Figura 4.3:** Confronto delle denominazioni delle fasi secondo i diversi standard (vedi codice QR)

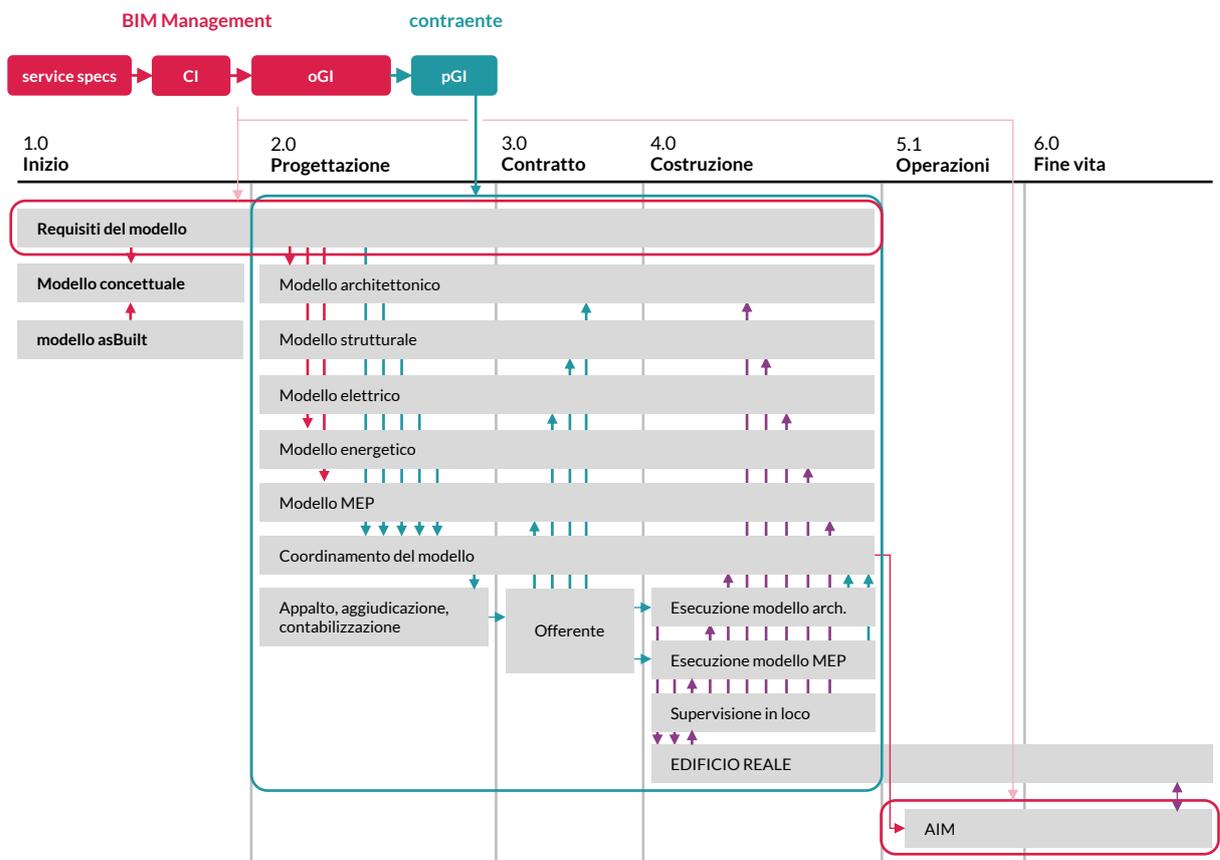


D.Lgs 36/2023		UNI 11337-1:2017	
<b>0. Programmazione</b>	0.1 Quadro esigenziale	<b>0. Programmazione</b>	0.1 Esigenziale
	0.2 Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP)		
	0.3 Documento di Indirizzo alla Progettazione (DIP)		0.2 Fattibilità e sostenibilità
<b>1. Progettazione</b>	1.1 Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE)	<b>1. Progettazione</b>	1.1 Funzione spaziale
	1.2 Progetto Esecutivo (PE)		1.2 Autorizzativa
<b>2. Pubblicazione</b>			
<b>3. Affidamento</b>			
<b>4. Esecuzione</b>		<b>2. Produzione</b>	2.1 Esecutiva
			2.2 Collaudo e consegna
		<b>3. Esercizio</b>	3.1 Gestione e manutenzione

**Figura 4.4:** Confronto delle denominazioni delle fasi secondo i diversi standard italiani

### Modello BEP → preBEP → BEP

Diverse organizzazioni forniscono un BEP campione come modello da utilizzare in vari progetti. Il BIMcert Handbook fa riferimento a tali BEP campione quando appropriato. Il committente o la gestione BIM spesso crea un pre-BEP, oGI, utilizzando un BEP campione basato sugli EIR del committente. Questo è un BEP campione specifico per il progetto; contiene la struttura specificata e definisce i requisiti degli EIR del committente. Il team di progetto dell'appaltatore prepara il BEP sulla base di questo documento.



**Figura 4.5:** Sviluppo dei modelli durante le fasi di costruzione (fasi secondo la EN 16310)

## 4.1 Iniziativa del progetto

### 4.1 Iniziativa del progetto

La fase di «Iniziativa» (secondo la norma EN 16310) riguarda lo sviluppo di base del progetto. In questa fase, il committente sviluppa le specifiche di base su cui si fonderà il futuro progetto. Nell'ambito della fase descritta in questa sezione, si definisce il processo decisionale per l'attuazione dell'iniziativa. I dati raccolti servono a verificare se l'idea progettuale possa soddisfare gli scopi e rispettare le condizioni indicate dal committente, nonché a determinare le competenze necessarie.

#### 4.1.1 Definizione degli obiettivi del progetto

Questa attività viene svolta in una fase preliminare dalla **BIM Management (committente)** ed è finalizzata a concentrare il lavoro dei futuri appaltatori sui benefici per il committente.

Il primo passo consiste nel definire l'obiettivo strategico. Il committente formula l'obiettivo d'investimento, che illustra le ragioni dell'investimento previsto. Oltre alle specifiche puramente quantitative per il quadro dell'investimento, vengono anche definite specifiche qualitative:

- intenzione strategica del committente,
- definizione del tipo di investimento,
- determinazione dell'uso previsto,
- determinazione della durata di vita prevista (scaglionata in base al sistema principale, sistema secondario/MEP, ampliamento),
- definizione degli obiettivi operativi,
- definizione degli obiettivi economici,
- definizione della strategia di implementazione (forma di contratto di costruzione),
- specifica degli standard da rispettare o delle certificazioni immobiliari previste,
  - ad esempio la certificazione dell'edificio secondo la tassonomia UE (DGNB, BNB, ÖGNI, SGNI), in Italia fungono da esempio le certificazioni CasaClima e Itaca.

Il secondo passo è definire l'obiettivo operativo che si costruisce sul quadro dell'obiettivo strategico. Il committente formula gli obiettivi BIM, che spiegano le ragioni per l'uso di BIM. Di solito, ogni obiettivo definito è accompagnato da una descrizione sintetica per l'implementazione.

Il terzo passo consiste nel dare priorità agli obiettivi operativi definiti. Questo può essere fatto semplicemente stabilendo una priorità degli obiettivi operativi in base alla loro importanza per il committente. Oppure può essere integrato con una matrice degli obiettivi che confronta affermazioni su questioni rilevanti per la progettazione, alcune delle quali possono essere mutuamente esclusive. La preferenza del committente chiarisce le priorità. Ad esempio, può essere stabilito che il committente preferisce generalmente soluzioni che portano a costi operativi bassi piuttosto che a costi di investimento bassi – o viceversa.

La definizione degli obiettivi è un elemento fondamentale del concetto di progetto. Su questa base, durante la fase di iniziativa, vengono identificati e prioritizzati i casi d'uso necessari (vedi [sezione 4.2](#)). Questi, a loro volta, costituiscono la base per l'individuazio-

## 4 BIM project implementation

### 4.1 Iniziativa del progetto

ne dei contenuti modello richiesti (LOG e LOI) e della documentazione (DOC) secondo la definizione del LOIN. Questa procedura guida la direzione complessiva del progetto, in particolare per quanto riguarda i requisiti dei futuri utenti. La prioritizzazione delle specifiche supporta l'espressione delle intenzioni del committente. L'obiettivo è trovare un mix ottimale tra gli obiettivi previsti (con vantaggi concreti) e le prestazioni effettive dei partecipanti al mercato (con il conseguente campo di offerte).

#### 4.1.2 Determinazione del modello di finanziamento

Questa attività viene svolta in una fase molto precoce dalla BIM Management (committente) e serve ad allineare i risultati del progetto con le esigenze del mercato. Il committente cerca un mix ottimale tra i servizi BIM richiesti (con vantaggi concreti) e le reali capacità dei partecipanti al mercato (con il conseguente campo di offerte).

#### 4.1.3 Coordinamento degli delle KPI

I KPI vengono concordati molto precocemente dalla BIM Management (committente) e vengono utilizzati per determinare il successo dell'implementazione del progetto.

I Key Performance Indicators (KPIs) sono generalmente standardizzati per i committenti con competenze interne in progetti BIM. Ciò consente di confrontare edifici, strutture e proprietà differenti. In  Germania, questi indicatori sono solitamente criteri di aggiudicazione che esaminano la performance economica e finanziaria, nonché le competenze tecniche e professionali.

Il primo passo è che il committente definisca l'ambito specifico della misurazione. Si utilizzano gli obiettivi già sviluppati, facendo distinzione tra obiettivi relativi al contenuto e al processo. Successivamente, il committente definisce i parametri e i criteri di misurazione rilevanti per ciascuna area d'interesse.

Il coordinamento degli dei KPI è un elemento fondamentale del concetto di progetto. Su questa base, viene determinato il successo del progetto e viene definito il KPI dello stato del progetto. I committenti cercano un mix ottimale tra un focus specifico del progetto (con risultati precisi e obiettivi) e la comparabilità trasversale a tutto il portfolio. La sfida principale è identificare una fonte di dati che possa fornire informazioni significative, con qualità e quantità costanti, durante tutto il ciclo di vita del progetto.

#### **Ruoli secondo la ISO 19650 per le attività di consegna del progetto**

La norma ISO 19650 (serie) descrive fundamentalmente l'organizzazione e la digitalizzazione delle informazioni (gestione delle informazioni) nel contesto della metodologia BIM per la creazione delle informazioni relative ai cespiti. Essa introduce i termini relativi agli attori coinvolti nel processo di gestione delle informazioni. In questo contesto, il committente può essere inteso come un soggetto proponente che effettua un ordine sotto forma di lavoro, beni o servizi per il proprio edificio (cespite). Tuttavia, un soggetto proponente può anche essere un appaltatore che richiede informazioni ai suoi subappaltatori.

Nella ISO 19650, il soggetto incaricato è l'attore che fornisce le informazioni (lavoro, beni o servizi). Pertanto, le informazioni possono essere fornite dal Design Contrac-

### 4.1 Iniziativa del progetto

tor così come dal Construction Contractor e dai suoi subappaltatori. Ad esempio, quando le informazioni sono fornite da un general contractor (per la progettazione o per la realizzazione), la ISO 19650 distingue tra le parti utilizzando i termini «lead appointed party» e «appointed party». In questo contesto, il progettista generale o l'appaltatore principale è definito come «lead appointed party» in relazione al soggetto proponente (committente). Il lead appointed party riceve le informazioni (lavoro, beni o servizi) dalle sue appointed parties coinvolte (subappaltatori). Il termine «lead» viene utilizzato per distinguere le parti.

## 4.2 Avvio del progetto

La fase di «avvio» (secondo la norma EN 16310) è utilizzata per la configurazione di base del progetto. In questa fase, il committente sviluppa le basi per l'implementazione del progetto, sulle quali si basano le attività degli appaltatori. La fase inizia dopo una valutazione positiva dell'idea del progetto. Durante questa fase, vengono sviluppate le specifiche concrete per l'implementazione del progetto e, se necessario, vengono realizzati studi concettuali, ad esempio sotto forma di un concorso di architettura. La fase si conclude con l'istituzione dell'organizzazione BIM, dei documenti di implementazione BIM e delle fasi rilevanti per la valutazione delle specifiche prima dell'inizio immediato della progettazione.

### 4.2.1 Identificazione e raccolta dei requisiti del progetto

L'avvio inizia con l'identificazione dei requisiti del progetto da parte del BIM Management (committente) e serve a raccogliere tali requisiti in base a eventuali set di regole aziendali comuni e trasversali ai vari progetti. In generale, questi vengono dichiarati nell'EIR (trasversale ai progetti). Per i committenti con competenze interne in progetti BIM e requisiti complessi, l'OIR, PIR e AIR si basano su specifiche aziendali predefinite. In entrambi i casi (EIR trasversale al progetto o OIR, PIR, e AIR), vengono esplicitate in moto standard le specifiche generali legate al BIM per l'implementazione del progetto e per eventuali trasferimenti di dati (in particolare verso l'AIM) per tutti i progetti.

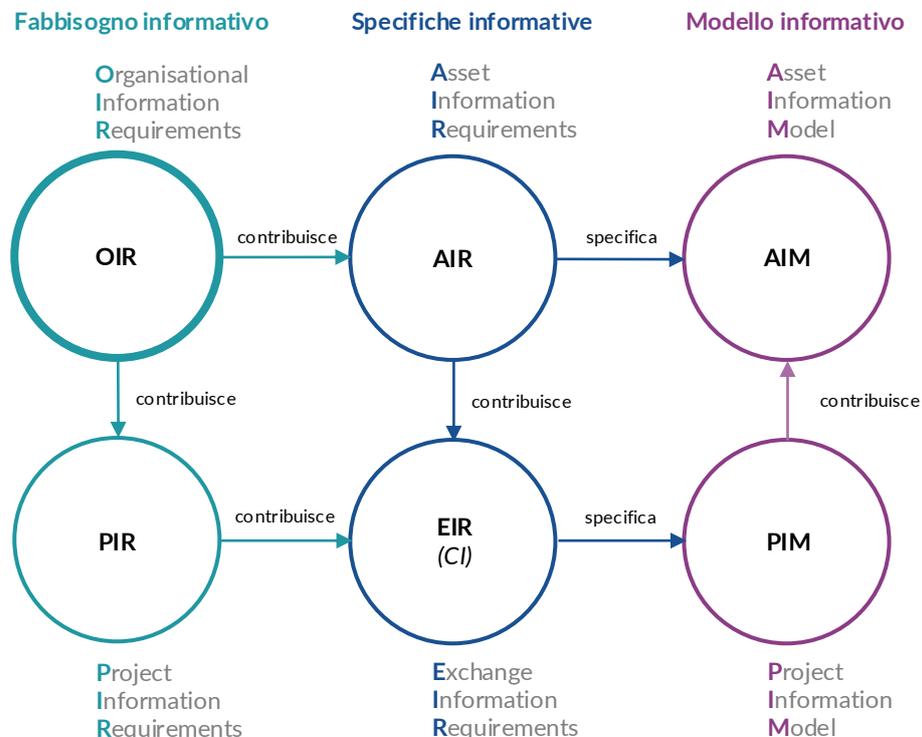


Figura 4.6: Sequenze e dipendenze dei requisiti informativi

## 4.2 Avvio del progetto

L'interazione tra l'EIR e l'OIR, AIR e PIR è regolata dalla ISO 19650-1. Secondo questa norma, l'OIR (con le sue specifiche per l'organizzazione del progetto, in particolare l'organizzazione BIM) e il PIR (con le sue specifiche per l'implementazione del progetto, in particolare i casi d'uso) costituiscono un prerequisito per la creazione dell'AIR, che contiene le specifiche per il trasferimento dei dati del modello all'Asset Information Model (AIM), in particolare la struttura dei dati. L'EIR viene redatto sulla base delle specifiche contenute nell'OIR, AIR e PIR, e include le specifiche trattate in questi documenti.

Il primo passo consiste nell'identificare le normative rilevanti, le specifiche del committente e i requisiti normativi. La posizione del progetto, la complessità del progetto e gli obiettivi del committente sono criteri chiave per definire l'ambito.

Il secondo passo consiste nel riassumere questi requisiti in maniera specifica per il progetto. Essi diventano così la base per la successiva redazione dei documenti di implementazione BIM, anch'essi personalizzati per il progetto. In questa fase, i requisiti rilevanti vengono ulteriormente affinati in base alle esigenze topologiche e alla complessità del progetto. Specificazioni non pertinenti, infatti, potrebbero confondere i concorrenti o portare a definizioni eccessive dei servizi nelle offerte – situazione da evitare.

### 4.2.2 Creazione e definizione delle specifiche di servizio BIM, dei documenti di implementazione BIM, dei contratti

In questa attività, il BIM Management (committente) traduce i requisiti specifici del progetto in una serie di documenti di implementazione BIM. Sulla base di questi, le specifiche di servizio per i contraenti vengono formulate in una modalità allineata alle prassi di mercato e chiaramente comprensibile. Tali specifiche costituiscono parte integrante della gara d'appalto e, successivamente, vengono incluse anche nei contratti con i progettisti. In questa attività, il BIM Management (in qualità di committente) traduce i requisiti specifici del progetto in una serie di documenti di implementazione BIM. Sulla base di questi, le specifiche di servizio per i contraenti vengono formulate in una modalità allineata alle prassi di mercato e chiaramente comprensibile. Tali specifiche costituiscono parte integrante della gara d'appalto e, successivamente, vengono incluse anche nei contratti con i progettisti.

Il primo passo consiste nel definire la struttura organizzativa prevista da progetto, specifica per il BIM. Questo impatta direttamente sui servizi che dovranno essere forniti dai futuri contraenti, ma considera anche le opzioni di gestione del personale e i requisiti strategici del committente. Questi sono spiegati nell'OIR per i committenti con esperienza BIM interna. La struttura organizzativa BIM dipende anche dalla strategia di consegna prevista (tipologia di contratto di costruzione) del progetto (vedere [sezione 4.1.1](#)).

Il secondo passo consiste nel definire le specifiche di servizio per tutti i ruoli BIM. Questo compito viene svolto in maniera integrata sia dal BIM Management (committente) che dal BIM Management (controllo), assieme al coordinamento BIM generale e disciplinare senza dimenticare i modellatori e la direzione di cantiere. In questo modo è possibile garantire che tutte le parti coinvolte possano coordinarsi e avere una chiara delimitazione delle proprie specifiche di servizio. Alla base di quest'attività

è possibile partire dalle attività essenziali per soddisfare i requisiti di progetto. Ad esempio, il BIM management (controllo) può supportare il BIM management (committente) nell'implementazione operativa all'avvio del progetto. Considerando che il BIM management (committente) è attivo su più progetti è conveniente delegare al BIM management (controllo) alcune delle sue funzioni, al fine di alleggerire il carico di lavoro e di distribuire le risorse in maniera più adeguata.

Nel terzo passo, il committente prepara l'EIR (basato sulle specifiche di servizio) che definisce e include almeno le seguenti specifiche:

- descrizione dei casi d'uso rilevanti per il committente (possibile base PIR),
- specifiche per la struttura dei dati (possibile base AIR),
- specifiche per i livelli di dettaglio (possibile base OIR),
- specifiche per la localizzazione e la strutturazione del progetto (possibile base OIR),
- requisiti (possibile base OIR) per le
  - interfacce da utilizzare,
  - nomi/designazioni da utilizzare,
  - trasferimenti di dati da eseguire, e
  - piattaforma di collaborazione da utilizzare.

I committenti con esperienza interna nella gestione di progetti BIM possono creare i requisiti sopra indicati basandosi sulle specifiche di livello superiore contenute nel PIR, AIR e OIR.

Il quarto passo consiste nella preparazione del preBEP, che funge da base per l'impostazione del progetto durante la riunione di revisione EIR/preBEP (vedi [sezione 4.2.8](#) e [sezione 4.2.9](#)). Il preBEP si basa sull'EIR del committente relativo al progetto e lo specifica in termini di sequenza precisa per l'implementazione delle specifiche dell'EIR. La struttura dei capitoli dell'EIR del committente viene mantenuta nel BEP per fornire un collegamento diretto tra la specifica dell'EIR del committente e la sua implementazione nel BEP.

L'ultimo passo è integrare le specifiche sviluppate nei documenti di gara.

#### 4.2.3 Progettazione dei requisiti supportata dal modello (modello dei requisiti)

Il BIM Management (committente) e il BIM Management (controllo) definiscono i requisiti specifici per il cespite da realizzare. A differenza di un semplice documento che elenchi gli ambienti contenuti nel progetto edilizio (con specifiche di dimensioni, funzioni e requisiti di utilizzo), l'approccio basato sul modello introduce una semantica strutturata e la possibilità di una lettura automatizzata. Il gruppo di progettazione, così facendo, può trasferire direttamente le specifiche del committente nei propri software BIM e svolgere verifiche automatizzate tra modello e stato d'avanzamento. Allo stesso tempo, si garantisce che le informazioni generate durante la fase di progettazione possano essere ritutilizzate in una fase successiva, quale ad esempio la gestione del cespite (nel relativo modello informativo del cespite immobile – AIM).

## 4.2 Avvio del progetto

I modelli dei requisiti vengono creati utilizzando strumenti appositamente sviluppati come dRofus o BuildingOne. Questi strumenti consentono la realizzazione di tabelle sintetiche relative agli ambienti e alle funzioni degli ambienti e la corrispondente organizzazione delle tipologie degli ambienti e le informazioni relative agli impianti o alle attrezzature. Possono mappare queste specifiche in una struttura basata su IFC. Le specifiche per la struttura IFC sono tratte dall'Air o dal EIR e devono conformarsi alla struttura dei dati nel BEP, che verrà utilizzato successivamente nel progetto dal Contractor di progettazione (vedere la [sezione 4.2.2](#)). In caso contrario, un confronto tra il modello dei requisiti e i modelli di progettazione sarà difficile o impossibile.

Il modello dei requisiti mappa tutti gli spazi da considerare nel progetto (o almeno i tipi di ambienti richiesti), inclusi i rispettivi requisiti di qualità da realizzare, i quali vengono consegnati nuovamente al contraente per la progettazione. Il modello dei requisiti può essere avviato dal Contractor di progettazione e aggiornato man mano che il progetto progredisce. Il modello dei requisiti originale rimane sotto la responsabilità del committente e viene aggiornato dal BIM Management (committente) quando necessario. Una modifica al modello dei requisiti è tracciata e comunicata di conseguenza. In determinate circostanze, questa modifica costituisce una modifica formale del contratto e può comportare una variazione progettuale. L'interazione tra la specifica progettuale e l'implementazione del progetto diventa quindi più trasparente e comprensibile.

Il modello dei requisiti viene confrontato con i modelli di progettazione almeno durante i controlli di consegna dei dati (raggiungendo un gate di qualità).

### 4.2.4 Struttura di base (rilievo, modello as-built, modello del terreno)

Il BIM Management (controllo) (possibilmente insieme al team di rilievo) crea la base progettuale relativa al progetto durante la fase di progettazione iniziale. La differenza rispetto all'approccio convenzionale risiede nella precisione significativamente maggiore della specifica (geoposizionamento, mappatura completa della situazione esistente, specifica strutturale e ambito funzionale). In ogni caso, la base di riferimento deve includere i risultati del rilievo as-built effettivo (ad esempio, nuvola di punti derivante da scansione laser). I modelli as-built per il terreno e per eventuali edifici esistenti basati su questo rilievo possono essere successivamente creati dal Design Contractor. Questo facilita l'uso continuo delle informazioni as-built da parte del Design Contractor nei software BIM. Se il modello as-built e/o del terreno fanno parte della gara, che può essere richiesto come base per studi concettuali o concorsi architettonici, ha senso che venga prodotto dal team di rilievo. In ogni caso, devono essere considerate le specifiche dell'EIR del committente per garantirne l'uso continuativo.

### 4.2.5 Gara d'appalto, affidamento e installazione della piattaforma di collaborazione

Durante la fase di avvio, il BIM Management (committente) e il BIM Management (controllo) forniscono la piattaforma centrale per lo scambio delle informazioni: l'ambiente di condivisione dati (ACDat/CDE). I clienti con competenze BIM interne utilizzano specifiche di prodotto predefinite e standardizzate a livello aziendale come base per tutti i progetti.

## 4 BIM project implementation

### 4.2 Avvio del progetto

Il primo passo consiste nell'identificare le funzioni rilevanti per il committente. I criteri principali in questo caso sono i diritti d'accesso, le problematiche di sicurezza risultanti, il tipo e la complessità del progetto del committente e la strategia di consegna prevista (forma del contratto di appalto).

Il secondo passo consiste nel riassumere questi requisiti su base specifica per il progetto. Se il committente non richiede un prodotto specifico, il passo successivo consiste nella pubblicazione e/o invito all'appalto e all'utilizzo di una piattaforma di condivisione dati secondo le specifiche.

Una volta completata la procedura di acquisizione, il terzo passo è configurare il progetto. Questo viene fatto dal ruolo BIM che sarà successivamente responsabile del monitoraggio e del controllo delle attività di esecuzione del progetto (di solito BIM Management (controllo)).

Attualmente (2024), il campo funzionale di alcune piattaforme di collaborazione include già la gestione bidirezionale, basata su web service, della comunicazione basata sul modello (BCF) e dello scambio di modelli (IFC) basato su openCDE. Questo consente una connessione diretta delle applicazioni BIM alla piattaforma di collaborazione e un flusso di informazioni senza interruzioni. I passaggi manuali per fornire e ricevere informazioni vengono eliminati. Ciò accelera significativamente e supporta la collaborazione durante l'esecuzione del progetto.

#### 4.2.6 Gara d'appalto e affidamento dei servizi di progettazione

Il BIM Management (committente) e il BIM Management (controllo) ora identificano l'offerente migliore per i servizi di progettazione.

Il primo passo consiste nel raccogliere le basi precedentemente sviluppate (normative, specifiche, modello dei requisiti, base as-built).

Il secondo passo è determinare la strategia di gara più adatta nel contesto del BIM (affidamento diretto, procedure aperte, negoziate, ristrette, sistema dinamico di acquisizione). L'attuale ambiente di mercato deve essere confrontato con l'ambito di servizi / profilo dei servizi richiesto. L'obiettivo è restringere la selezione a un gruppo compatto di offerenti – potenziali contraenti che siano capaci di utilizzare il BIM che adatti agli obiettivi del progetto.

Il terzo passo consiste nello sviluppare i criteri di gara specifici (openBIM, prova di qualificazione degli offerenti). Il committente definisce la idoneità qualitativa richiesta per gli offerenti (competenza BIM, referenze, applicazioni BIM) così come i meccanismi per misurarli e valutarli. È fondamentale trovare un equilibrio tra requisiti sufficientemente «bassi» da attirare numerosi offerenti e requisiti abbastanza «alti» da assicurare una buona qualità nell'implementazione BIM. In altre parole, occorre stabilire condizioni né troppo permissive né troppo restrittive, in modo da avere una concorrenza adeguata e garantire la solidità del progetto.

Quando si bandiscono i servizi di progettazione, è importante considerare la strategia di consegna delle informazioni per i servizi della fase di costruzione (vedi [sezione 4.4](#)). Se solo i servizi di progettazione vengono banditi all'inizio e l'autorialità dei modelli

## 4.2 Avvio del progetto

disciplinari viene trasferita al Costruttore durante la fase successiva del progetto, occorre considerare come i servizi BIM verranno forniti durante la fase di costruzione e alla fine del progetto (consegna all'operazione e all'uso). Se l'autorialità dei modelli disciplinari rimane con il Design Contractor (come parte della documentazione di costruzione), la specifica del servizio dovrà essere adattata di conseguenza per coprire i compiti necessari per l'aggiornamento dei modelli disciplinari. La strategia di consegna delle informazioni scelta deve quindi essere già presa in considerazione nel bando di gara per i servizi di progettazione.

Durante il processo di gara e affidamento, vengono svolte varie sessioni di colloquio con gli offerenti. A causa della conoscenza ancora eterogenea del BIM a livello generale, questi colloqui richiedono spesso questionari dettagliati. Da un lato, gli offerenti usano le domande rivolte al BIM Management (committente) e al BIM Management (controllo) per concretizzare le informazioni sul progetto. Dall'altro lato, i questionari vengono utilizzati dal BIM Management (committente) e dal BIM Management (controllo) per verificare la competenza BIM degli offerenti.

Una volta assegnati i servizi di progettazione, l'interazione tra il committente e l'appaltatore avviene secondo quanto stabilito dalla ISO 19650, basandosi sulle specifiche contrattualmente vincolanti (specifiche del servizio e EIR).

### 4.2.7 Studio delle alternative progettuali

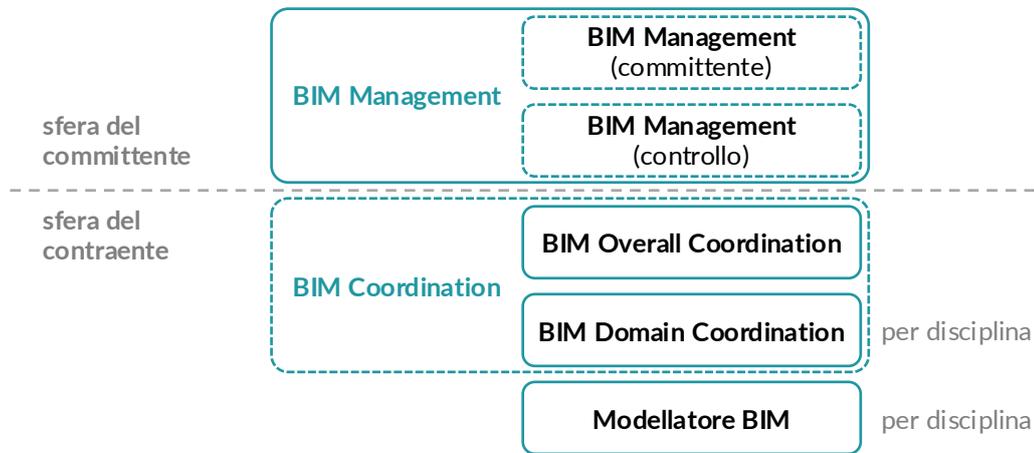
Questa attività viene preparata da BIM Management (committente) e BIM Management (controllo) durante la fase di iniziativa e serve a trovare la miglior idea per l'implementazione del progetto in termini di contenuto. Il BIM di solito gioca un ruolo nullo o solo rudimentale in questa fase.

### 4.2.8 Organizzazione del team di progettazione / Revisione del contraente per la progettazione

Parallelamente alle trattative in corso per il contratto di progettazione, il contraente per la progettazione viene introdotto ai principi del progetto. Questa introduzione avviene sotto forma di una riunione di revisione congiunta. Le riunioni di revisione sono condotte dal BIM Management (controllo) e servono a valutare le reali capacità BIM del contraente per la progettazione (qualificazione) secondo la ISO 19650, come una verifica dell'idoneità tecnico professionale. In caso di tempi ristretti, le revisioni possono essere effettuate anche dopo la conclusione dei contratti di progettazione. Tuttavia, qualsiasi azione correttiva relativa alla qualificazione del contraente per la progettazione dopo la firma del contratto non influirà sulla tariffa. Nelle trattative contrattuali, il BIM Management (committente) e il committente devono assicurarsi che eventuali carenze nelle competenze BIM identificate solo durante la revisione post-contratto vengano prese in considerazione e affrontate. In entrambi i casi, il BIM Management (controllo) richiederà azioni correttive in caso di evidenti carenze nelle competenze BIM, che generalmente consistono in formazione di recupero (ad esempio, qualificazione software o ruolo). Le unità organizzative BIM (ruoli) coinvolte sono mostrate nella fig. 4.7.

## 4 BIM project implementation

### 4.2 Avvio del progetto



**Figura 4.7:** Ruoli BIM (funzioni) rispettivamente a seconda della sfera del cliente o del contraente – Unità organizzative BIM (ruoli) in relazione alle sfere del committente e del contraente

Le revisioni vengono svolte in tre fasi: la revisione EIR/BEP, la revisione del modello e la revisione delle specifiche del progetto. Prima delle revisioni, l'intero ambito della base sviluppata (regolamenti, specifiche, modello dei requisiti, base come-built) viene presentato al contraente per la progettazione. Questo è necessario per chiarire tutte le relazioni e i requisiti mediante un accordo reciproco e per stabilire una comprensione comune dei requisiti del progetto da parte dell'intero team di progetto per l'implementazione.

**Revisione EIR/preBEP** – Nella prima revisione, il BIM Management (controllo) presenta al futuro contraente per la progettazione i documenti di implementazione BIM sviluppati (la partecipazione coordinamento BIM globale e ai singoli coordinamenti BIM disciplinari è obbligatoria). A questa fase, di solito è disponibile solo l'EIR del committente; dovuto al maggior approfondimento già sviluppato, ma se disponibile, può essere presentato anche il preBEP associato, se disponibile. L'obiettivo è raggiungere una comprensione comune tra il committente e il contraente per la progettazione riguardo ai requisiti del progetto. In particolare, si discutono la struttura dei documenti per l'implementazione del BIM, i compiti/responsabilità di ciascun ruolo BIM, i singoli casi d'uso e gli allegati. Il Coordinamento BIM disciplinare e il Coordinamento BIM Globale possono fornire feedback e fare aggiunte a questo, tra cui:

- selezione del personale per i ruoli BIM richieste,
- adattamento del contenuto del modello disciplinare (ad esempio, separazione del terreno/ambiente in un proprio modello disciplinare), e
- altri casi d'uso per il Contraente della Progettazione.

Il Coordinamento BIM per disciplina e il Coordinamento BIM Globale possono anche presentare proposte di adattamento. Queste possono includere:

- suggerimenti di miglioramento nell'implementazione di un caso d'uso e
- concretizzazione delle specifiche normative specifiche della disciplina.

Tutte le aggiunte e le proposte di modifiche vengono registrate e revisionate dal BIM Management (controllo). L'esperienza pratica ha dimostrato che la durata della revisione EIR/preBEP è generalmente di circa mezza giornata.

## 4.2 Avvio del progetto

**Revisione del modello** – La seconda revisione serve a garantire la collaborazione basata su modello nel progetto. È condotta dal BIM Management (controllo) e richiede la partecipazione al Coordinamento BIM Globale, ai singoli Coordinamenti disciplinari BIM e ai modellatori BIM. Come parte della revisione, una sezione precedentemente definita del progetto viene modellata secondo i documenti di implementazione BIM per ogni disciplina. Le specifiche sono definite dal BIM Management (controllo). Questo include la mappatura dei contenuti LOG e LOI che corrispondono ad una fase successiva (ad esempio, progettazione) e non contiene solo lo schema dei dati IFC ufficiali (inclusa la creazione di property set individuali e nuove proprietà). Un caso d'uso potrebbe essere la coordinazione delle riunioni di coordinamento generale.

La modellazione inizia con il modello disciplinare dell'architettura, il cui relativo coordinatore disciplinare verifica quindi il proprio modello disciplinare per la conformità alle specifiche LOG e LOI, nonché per altri criteri di qualità (ad esempio, interferenze interne al modello stesso), e trasferisce il modello disciplinare pre-verificato, inclusi i report di verifica (.bcf comments), alla Coordinamento BIM generale. Allo stesso tempo, il Coordinatore BIM disciplinare dell'architettura trasferisce i modelli agli altri coordinatori disciplinari (ad esempio, ingegneria strutturale, impiantistica).

Il Coordinamento BIM disciplinare verifica l'importazione dei modelli di riferimento e possono fornire feedback. Una volta che una configurazione adeguata (per i destinatari) è stata verificata per l'esportazione tramite un modello di riferimento, questa viene registrata come configurazione di trasferimento (vedi [sezione 4.3.3](#)) da includere nel BEP. Gli altri modelli disciplinari possono ora essere creati dai BIM Modellers per ogni disciplina basandosi sul modello di riferimento. Questi saranno anch'essi pre-verificati dalla rispettiva Coordinazione BIM disciplinare per la conformità al LOG e LOI e inviati alla Coordinazione BIM Globale, inclusi i report di verifica (.bcf comments).

La Coordinazione BIM Globale trasferisce quindi i modelli disciplinari forniti nel suo modello di coordinamento. Lì, verifica i modelli disciplinari tra di loro (per la conformità al LOI e per interferenze interne) e tra discipline. Crea issue per eventuali carenze riscontrate e avvia una riunione di coordinamento generale. Durante questa riunione, le carenze vengono discusse e il report di verifica (.bcf comments) viene inviato alle rispettive Coordinazioni BIM disciplinare. I commenti BCF vengono trasferiti nel software di modellazione e le issue vengono verificati per la fattibilità (ad esempio, la corretta visualizzazione della sezione dell'immagine).

Questo processo serve a garantire la fattibilità di base delle specifiche, nonché a definire il contenuto rilevante per la collaborazione basata su modello all'interno dell'ufficio di progettazione del contraente. Questi includono:

- garantire che la localizzazione del progetto/la direzione del progetto vengano utilizzate in modo coerente,
- garantire l'uso di una struttura uniforme dei piani e della griglia,
- coordinamento dettagliato della configurazione del trasferimento IFC (vedi [sezione 4.3.3](#)) nel contesto delle applicazioni BIM utilizzate per garantire la collaborazione prevista,
- garantire la conoscenza necessaria per la creazione/trasferimento del modello (modellazione e implementazione delle specifiche LOG e LOI secondo la specifica LOIN),

- garantire la conoscenza necessaria per il coordinamento/trasmissione del modello.

Questi passaggi devono essere completati prima della progettazione per evitare confusioni tra la configurazione BIM e l'implementazione progettuale. Tutte le aggiunte e le modifiche proposte ai documenti di implementazione BIM vengono registrate e revisionate dal BIM Management (controllo). L'esperienza pratica ha dimostrato che la durata consigliata per la revisione del modello è di circa un giorno.

**Revisione delle specifiche di progetto** – Poiché le revisioni generalmente non vengono svolte in successione diretta e possono essere distribuite su più giorni, la riunione finale di revisione viene utilizzata per chiarire eventuali problematiche specifiche del progetto con il Design Contractor. Ciò consente al Design Contractor di identificare eventuali problemi emersi nel frattempo e di chiarirli con il BIM Management (controllo) durante l'ultima revisione. La revisione finale è anche condotta e registrata dal BIM Management (controllo). I partecipanti sono i Coordinamenti BIM Generali e tutti i Coordinamenti BIM disciplinari.

Infine, tutti i commenti, aggiunte e modifiche registrati vengono verificati per coerenza e fattibilità dal BIM Management (controllo) e aggiornati nei documenti di implementazione BIM. I documenti di implementazione BIM vengono quindi sottoposti al BIM Management (committente) per la revisione e l'approvazione. Se approvati dal BIM Management (committente), i documenti di implementazione BIM diventano di competenza del BIM Overall Coordination come base per il BEP.

Sulla base di tutte e tre le revisioni completate, il Project Information Model (PIM) può ora essere costituito nella fase di progettazione.

#### 4.2.9 Verifica delle qualifiche del contraente per la progettazione

Poiché le revisioni avvengono durante la negoziazione dei contratti di progettazione, queste offrono l'opportunità per il BIM Management (controllo) di esaminare in dettaglio le qualifiche dei Design Contractors. Il BIM Management (controllo) fornirà al BIM Management (committente) i risultati di tutte le revisioni, inclusa una valutazione delle capacità del Design Contractor. In particolare, la revisione del modello offre l'opportunità di ottenere informazioni sulle attuali competenze di comunicazione e software dei Design Contractors per ogni dominio: eventuali carenze nelle competenze comunicative o nell'uso del software proprio del Design Contractor possono essere identificate in tempo utile. Ad esempio, può essere richiesto un'ulteriore formazione sul software, oppure può essere richiesto un aggiornamento a una versione più recente del software per migliorare le prestazioni. Se il Design Contractor di un singolo dominio non è disposto a farlo, il BIM Management (controllo) deve informare il BIM Management (committente). Questo avrà un impatto diretto sulle trattative e potrebbe portare all'esclusione di un dominio.

Le revisioni dovrebbero essere ripetute se nuovi partecipanti al progetto vengono aggiunti durante le fasi del progetto, per garantire una corretta interazione tra i partecipanti e per essere in grado di identificare e risolvere eventuali problemi in una fase precoce.

## 4.3 Progettazione (pianificazione)

La fase di «Progettazione» (secondo la EN 16310) viene utilizzata per sviluppare le specifiche di progettazione per la gara, l'approvvigionamento e la costruzione. Le fasi di progettazione, in riferimento all'Italia, il progetto di fattibilità tecnico economica e il progetto esecutivo, inclusi i processi di rilascio dei titoli abilitativi. Questa sezione fornisce una visione standardizzata dei contenuti e dei servizi da fornire in queste fasi. In generale, non vi è alcuna differenza tra i servizi di base e i casi d'uso nelle fasi di progettazione – solo l'ambito dei servizi aumenta in ogni fase successiva a causa delle specifiche legate alla fase. Tutti i requisiti relativi ai contenuti da fornire e ai servizi da eseguire devono essere definiti nell'EIR del committente e nel BEP prima dell'inizio della progettazione (vedi [sezione 4.2.8](#)) dal BIM Management (controllo) e dal Coordinamento BIM globali e possono essere ulteriormente differenziati durante il progetto.

Questa sezione considera i passaggi e le definizioni necessari all'inizio del processo di progettazione e descrive i casi d'uso solitamente eseguiti nei progetti dal coordinamento BIM generale, coordinamento BIM disciplinare e modellatore BIM durante il lavoro da eseguire.

### 4.3.1 Consegna dei modelli di base e dei documenti al Contraente per la Progettazione (modello as-built, modello del terreno, modello dei requisiti)

All'inizio delle fasi di progettazione, ai Design Contractors vengono forniti i modelli e i documenti di base precedentemente determinati e generati. Questo avviene tramite la piattaforma di collaborazione (CDE). I seguenti elementi servono da base per la progettazione:

- modello del terreno,
- modello as-built (se gli edifici esistono e devono essere utilizzati), e
- modello dei requisiti.

A seconda della strategia del progetto, i primi due modelli devono essere creati dal team di rilievo durante l'inizio del progetto o dal Design Contractor all'inizio della progettazione e vengono consegnati come modello 3D (secondo le specifiche EIR) (vedi anche [sezione 4.2.4](#)). La base valida per la creazione del modello è il rilievo as-built sotto forma di nuvola di punti georeferenziata e, se necessario, documenti di progettazione supplementari (come disegni as-built validi, disegni di casseforme). Con la consegna dei modelli, la responsabilità passa dall'originatore (team di rilievo) al Design Contractor, nel caso in cui il modello as-built sia stato creato dal team di rilievo.

Il rappresentante del committente crea il modello dei requisiti (vedi [sezione 4.2.3](#)) e lo trasmette al Design Contractor. L'autorialità rimane al committente. Il modello dei requisiti viene integrato nel modello di coordinamento per fungere, se necessario, da riferimento durante il processo di progettazione per eseguire il relativo confronto progetto/stato d'avanzamento con i modelli di progettazione.

Tutti i modelli di base vengono consegnati come file IFC. Tuttavia, il modello as-built viene consegnato nel formato nativo delle applicazioni BIM per garantire che il succes-

sivo trattamento da parte del Design Contractor avvenga con la minima perdita di dati possibile (quando creato dal team di rilievo).

Pertanto, le applicazioni BIM del Design Contractor devono essere conosciute in anticipo (quando il modello viene creato), cosa che non è sempre possibile in ogni progetto, ad esempio durante la realizzazione di concorsi di architettura. In tali concorsi, si adotta una strategia diversa, in cui la linea di separazione delle prestazioni tra il team di rilievo e il Design Contractor viene spostata. In questi casi, il team di rilievo consegna solo i dati as-built rilevanti come una nuvola di punti georeferenziata, e il Design Contractor è responsabile della creazione del modello as-built basato su questi dati. Viene così eliminato il problema di coordinare le applicazioni BIM in anticipo. Qualsiasi differenza di ambito, dettaglio e priorità nel modello as-built risulta essere obsoleta. In ogni caso, questo approccio deve essere preso in considerazione nelle specifiche dei servizi del Design Contractor e quindi deve essere deciso dal BIM Management (committente) in una fase precoce del progetto.

Per quanto riguarda l'implementazione effettiva: all'inizio del processo di progettazione, ogni coordinamento BIM disciplinare deve assicurarsi che i modelli di base consegnati possano essere utilizzati correttamente dagli altri contraenti per la progettazione – in termini di localizzazione (georeferenziazione) e definizione degli elementi (entity IFC). Di solito, solo la disciplina architettonica adotta il modello del terreno nel proprio software di authoring. Per i modelli as-built, si può specificare quale disciplina deve implementare le informazioni di base corrispondenti. Questo dipende dal fatto che il modello as-built contenga la shell dell'edificio, il patrimonio edilizio esteso o le informazioni sugli impianti. Ad esempio, l'involucro dell'edificio può essere assegnata alla disciplina strutturale, il complesso edilizio sviluppato alla disciplina architettonica e gli impianti alla disciplina impiantistica. Tale trasferimento differenziato dei contenuti del modello as-built deve essere coordinato e definito prima dell'inizio della fase di progettazione. Questo avviene al più tardi quando si prepara il BEP durante la riunione di revisione (vedi [sezione 4.2.8](#) e [sezione 4.2.9](#)).

Durante la fase di progettazione, i singoli modelli disciplinari delle rispettive discipline coinvolte nel progetto vengono creati sulla base dei modelli di riferimento.

#### 4.3.2 Struttura di base del modello

Il PIM (Project Information Model) è composto dai vari modelli disciplinari dei partecipanti al progetto e dei rispettivi ambiti. Questi vengono anche chiamati modelli di progettazione. I modelli di base adottati all'inizio della progettazione (come il modello del terreno e il modello «as-built») rimangono parte integrante dei rispettivi modelli disciplinari (vedi [sezione 4.3.1](#)). Durante la fase di progettazione, la responsabilità del coordinamento complessivo è spesso assunta da chi è principalmente responsabile della progettazione (ad esempio, l'architettura nelle costruzioni edili).

Possono essere definite specifiche generali per tutti i modelli disciplinari (in fase di progettazione), che ne facilitano il coordinamento e il successivo utilizzo. In generale, il BIM Execution Plan (BEP) definisce le seguenti informazioni per tutti i modelli disciplinari:

- responsabilità/proprietà chiara per un modello disciplinare e il suo contenuto,
- specifica per la denominazione del modello disciplinare,

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

- specifica delle coordinate del progetto e della direzione del progetto,
- specifica per i piani e il punto zero del piano,
- specifica per la modellazione del contenuto del modello e,
- specifica per il LOIN (Level of Information Need):
  - i livelli di dettaglio (LOG, LOI), e
  - la documentazione associata (DOC).

Questi requisiti generali vengono spiegati in modo più dettagliato di seguito.

#### **Responsabilità chiara per un modello disciplinare e il suo contenuto**

Tutte le discipline coinvolte nel progetto che gestiscono il proprio modello disciplinare sono responsabili per tutto il contenuto del proprio modello disciplinare. Modello disciplinare è il ruolo responsabile che garantisce la composizione qualitativa del modello disciplinare fornito in relazione alle specifiche. Il coordinamento BIM disciplinare è il ruolo di contatto responsabile per le attività di coordinamento e implementazione.

Per ogni modello disciplinare deve essere creato un contenuto diverso:

- Modello disciplinare architettura:
  - progettazione architettonica, inclusi:
    - strutture esterne,
    - design degli interni,
    - protezione antincendio, e
    - fisica edilizia;
- Modello disciplinare ingegneria strutturale
  - elementi costruttivi strutturalmente rilevanti (portanti);
- Modelli disciplinare MEP (suddivisi in modelli disciplinari individuali):
  - modello disciplinare progettazione MEP/riscaldamento e raffreddamento,
  - modello disciplinare progettazione MEP/ventilazione,
  - modello disciplinare progettazione MEP/sanitari/idraulica,
  - modello disciplinare progettazione MEP/progettazione elettrica, e
  - modello disciplinare progettazione MEP/progettazione ICT, e
- altri modelli disciplinari in base ai requisiti del progetto.

All'inizio del progetto, l'affidamento del modello disciplinare, effettuata dal BIM Management (controllo), viene esaminata nuovamente con i Design Contractors. È possibile adattare il contenuto dei modelli disciplinari a livello di:

- discipline
  - ad esempio, il modello disciplinare delle strutture esterne o del design degli interni può essere definito come un modello disciplinare indipendente dell'architettura (separato dal modello disciplinare architettonico effettivo), e
- modello disciplinare degli elementi in calcestruzzo
  - ad esempio, può essere deciso insieme alla progettazione elettrica se specifici attuatori (entity IfcActuator), utilizzati per controllare entity del modello in altri modelli disciplinari, devono essere trasferiti al modello disciplinare della progettazione elettrica o rimanere nell'altro modello disciplinare, con la progettazione elettrica che contribuisce esclusivamente con informazioni alfanumeriche. Tali dipendenze complesse devono essere controllate da processi di coordinamento dedicati – questi dovrebbero essere specificati

## 4 BIM project implementation

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

nel BEP in casi d'uso separati. Gli elementi identici dovrebbero essere presenti in modelli disciplinari diversi solo se utilizzati per coordinamento o sincronizzazione reciproca (ad esempio, gli elementi portanti nel modello disciplinare architettura e nel modello disciplinare ingegneria strutturale, o i bagni nel modello disciplinare architettura e nel modello disciplinare progettazione MEP/idraulica).

Anche i partecipanti al progetto che non dispongono di un proprio modello BIM (per esempio, chi si occupa di protezione antincendio o fisica tecnica) possono trasferire le informazioni di loro competenza a chi gestisce il modello di un'altra disciplina, sfruttando i commenti BCF (BIM Collaboration Format). In questo modo, le informazioni restano sotto la responsabilità di chi le fornisce, mentre la disciplina ricevente deve solo provvedere alla corretta integrazione nel suo modello, sottoposta poi alla verifica del relativo coordinamento BIM disciplinare. Attraverso la comunicazione BCF, ogni modifica diventa facilmente tracciabile grazie alle corrispondenti richieste di modifica, e il loro stato di implementazione è sempre trasparente.

#### Specifiche per la nomenclatura dei modelli disciplinari

Ogni modello disciplinare (inclusi eventuali sotto-modelli) deve avere un nome univoco. Il nome deve essere coerente per l'intero progetto: non deve contenere né la data né le informazioni sulla versione. Questi due indicatori (data di caricamento e sistemi di versionamento) sono regolati dal **CDE** (Common Data Environment). L'EIR (Exchange Information Requirements) o il BEP (BIM Execution Plan) del committente devono specificare la nomenclatura dei modelli disciplinari, solitamente seguendo un sistema di codifica semplice. Parte della codifica dovrebbe sempre includere:

- abbreviazione del progetto,
- abbreviazione dell'autore o della disciplina responsabile,
- abbreviazione del modello disciplinare o, se applicabile, del sotto-modello, e
- abbreviazione della configurazione di trasferimento (vedi [sezione 4.3.3](#)).

Abbreviazione per:			
Progetto	Autore	Modello disciplinare	Configurazione per il trasferimento
PRJ	ARC	FM	UK1
Risultato:	<b>PRJ_ARC_FM_UK1</b>		

**Figura 4.8:** Esempio di nomenclatura di un modello architettonico

La nomenclatura dovrebbe escludere l'uso di caratteri speciali e spazi, conformandosi alle specifiche del CDE. Esempio di modello disciplinare architettonico:

#### Specifiche delle coordinate del progetto e della direzione del progetto

Tutti i modelli disciplinare devono essere posizionati correttamente gli uni agli altri rispetto gli uni agli altri. Le coordinate del progetto e l'orientamento del progetto (deviazione dal nord vero) sono definiti nel Piano di Gestione Informativa (pGI) prima dell'inizio della progettazione (vedi [sezione 4.2.8](#) e [sezione 4.2.9](#)). Nei progetti di nuova costruzione, il modello del disciplinare architettonico di solitamente ha il compito di implementare la posizione (coordinate del progetto) e la strutturazione.

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

Successivamente, trasferisce queste informazioni alle altre discipline domini durante il primo trasferimento del modello disciplinare architettonico. In alcuni casi, viene utilizzata una strategia ibrida in cui il modello architettonico principale è georeferenziato nel sistema di riferimento geodetico (ad esempio, Gauss-Krueger), mentre viene realizzata una rete di misurazione locale compatta con un punto di riferimento sull'asse A/1, per rendere possibile la collaborazione con le altre discipline.

Ciò consente una facile collaborazione tra i vari appaltatori della progettazione e un'integrazione precisa dei risultati delle misurazioni provenienti dal cantiere (ad esempio, nuvole di punti).

#### **Specifiche per i piani e il punto zero dei piani**

Oltre alle definizioni generali della struttura dei piani, i piani specifici e i loro nomi devono essere definiti nel BEP, su base specifica per il progetto, all'inizio della progettazione e implementati in modo uniforme in tutti i modelli disciplinari. Tutti i modelli disciplinari devono presentare una struttura dei piani omogenea. È vietata qualsiasi deviazione nel nome (incluso il codice del piano), nel numero o nell'altezza del piano tra i singoli modelli disciplinari (trasferiti tramite file IFC) ed è responsabilità della Coordinamento BIM disciplinare assicurare che ciò non avvenga. È importante notare che piani aggiuntivi o piani di riferimento possono essere utilizzati all'interno dei modelli del dominio nativo, ma non devono essere trasferiti. Il punto di riferimento di ciascun piano (punto zero del piano) deve essere definito nel BEP. Per i progetti di nuova costruzione, questo può essere definito dal bordo superiore del piano o dal bordo superiore della lastra. Quando si interviene su edifici esistenti, ad esempio in caso di ristrutturazioni o recuperi, può accadere che non sia possibile individuare con precisione il bordo superiore della soletta o che quest'ultimo presenti irregolarità all'interno dello stesso piano. In tali casi, il livello di riferimento del piano può essere definito seguendo le indicazioni apposite, così da garantire una quota di riferimento coerente in tutto il progetto.

- Il livello di riferimento per il piano deve coincidere con la parte superiore del primo gradino della scala principale, poiché questo punto può essere facilmente individuato anche al termine dei lavori di ristrutturazione.

#### **Specifiche per la modellazione del contenuto del modello**

La redazione dei casi d'uso relativi al progetto viene effettuata all'interno del Capitolato Informativo (CI) e del piano di Gestione Informativa (pGI). Un caso d'uso rappresenta un'attività specifica che viene eseguita utilizzando il modello digitale in base a requisiti prestabiliti per raggiungere uno o più obiettivi durante il ciclo di vita di un edificio. Il Level of Information Need (LOIN) viene determinato proprio sulla base di questi casi d'uso. Il LOIN definisce i requisiti di contenuto sia in termini di informazioni geometriche (LOG) sia di informazioni alfanumeriche (LOI) che di informazioni documentali (COD) necessarie per ogni caso d'uso, al fine di garantire l'efficace scambio e riutilizzo dei dati del modello.

Nella fase di progettazione, il modellatore BIM inserisce nei modelli disciplinari i contenuti previsti dal relativo livello di dettaglio geometrico (LOG) e informativo (LOI) utilizzando i software di authoring più appropriati. Si consiglia di descrivere con precisione le specifiche per la modellazione all'interno dei documenti, tali specifiche possono essere incluse sotto forma di linee guida tecniche allegate ad altri documenti.

#### 4.3.3 Organizzazione della collaborazione

La collaborazione basata sul modello inizia con il primo trasferimento dei modelli disciplinari. Il coordinamento BIM generale utilizza i modelli disciplinari per coordinare questi modelli. Inoltre, ogni dominio può aggiungere i modelli disciplinari di un altro dominio nel proprio software come riferimento (modello di riferimento) o interagire in modo indipendente con i dati del modello disciplinare in un software di controllo per il coordinamento da parte dei coordinamenti BIM disciplinari.

Inizialmente, l'attenzione è rivolta alla corretta posizione (coordinate del progetto) e alla strutturazione del modello disciplinare. Tuttavia, l'attenzione si sposta rapidamente sul contenuto progettuale effettivo, che può essere catturato più velocemente rispetto ai metodi di progettazione convenzionali (disegni 2D) grazie alla tridimensionalità dei dati del modello. Va sottolineato che non solo i modelli disciplinari completi o i modelli disciplinari autorizzati coordinamento BIM generale possono essere utilizzati come modelli di riferimento tra le discipline, ma anche sezioni di modelli disciplinari o stati intermedi possono essere impiegati selettivamente il coordinamento degli stati d'avanzamento (sia nel software di authoring che nel software di controllo) da parte del coordinamento BIM disciplinare.

Per poter eseguire una collaborazione basata sul modello, devono essere definiti nel BEP alcuni requisiti di base. Questi includono il coordinamento all'interno di una fase, il coordinamento alla fine di una fase/milestone, il tipo di coordinamento tra i partecipanti al progetto e la compilazione dei modelli da consegnare.

Per il coordinamento continuativo, nel BEP è richiesto un cosiddetto piano coordinamento, che definisce il coordinamento durante gli incontri di coordinamento complessivo e l'ambito di consegna dei dati associato. Il coordinamento alla fine di una fase/milestone dovrebbe essere definita nel BEP dal piano generale di consegna delle informazioni (Master Information Delivery Plan – MIDP) – come milestone di consegna delle informazioni secondo la ISO 19650-2. Questo è simile al coordinamento durante gli incontri di generale. Tuttavia, è necessario superare determinati gate di qualità durante il controllo del modello. Questi passaggi servono a verificare che il modello soddisfi gli standard richiesti. L'approvazione finale deve essere rilasciata dal coordinamento BIM generale, che verifica la correttezza e la coerenza del modello.

In entrambi i casi, vengono forniti i modelli disciplinari. Tuttavia, per garantire che i modelli IFC siano sempre esportati in una forma coerente, dovrebbero essere definite nel pGI le impostazioni per l'esportazione.

#### Configurazioni di trasferimento

Le prime configurazioni di trasferimento concrete vengono definite durante gli incontri di revisione (vedi [sezione 4.2.8](#) e [sezione 4.2.9](#)) all'inizio del progetto. Queste aiutano a considerare i diversi utilizzi dei modelli in termini di impostazioni di esportazione necessarie nel software di authoring e a garantire il contenuto necessario dei modelli quando vengono trasferiti. Ulteriori configurazioni di trasferimento necessarie possono essere aggiunte al BEP se vengono aggiunti nuovi partecipanti al progetto durante le diverse fasi, allora vengono effettuati aggiornamenti del software o cambiano i requisiti relativi al contenuto del modello.

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

Una configurazione per l'esportazione deve:

- avere un nome unico (abbreviazione) (ad esempio per l'uso nella nomenclatura del modello disciplinare),
- definire un creatore unico,
- definire un destinatario unico,
- definire i diversi tipi di modelli (ad esempio, modello di controllo, modello dell'involucro, modello delle aperture, modello base di riferimento ecc.),
- essere assegnata a un MVD (ad esempio, Coordination View – CV, Reference View – RV),
- definire il contenuto del modello (ad esempio, tutti gli elementi edilizi, tranne i mobili),
- definire l'impostazione dei componenti (ad esempio, completo, solo elementi di supporto principali),
- definire l'impostazione dei componenti multilivello (ad esempio, composito, suddiviso in singoli elementi).

#### **Piano di coordinamento e piano generale di consegna delle informazioni (MIDP)**

Un piano di coordinamento viene creato per la gestione degli incontri di coordinamento generale nel BEP. Esso descrive la struttura dei dati da trasferire in relazione alla fase (i cui requisiti derivano dai casi d'uso nel BEP) per gli incontri di coordinamento che si terranno (vedi [sezione 4.3.5](#)). Questi dati devono essere forniti dalla rispettiva coordinamento BIM disciplinare sull'ambiente di condivisione dati (ACDat). Secondo il piano di coordinamento, devono essere trasferiti:

- Modelli disciplinari IFC (pre-verificati dalla coordinamento BIM disciplinare):
  - secondo nomenclatura condivisa,
  - secondo impostazioni di esportazioni condivise, e
  - secondo il livello di dettaglio condiviso (LOG + LOI):
    - nello stato di avanzamento,
- Commenti BCF della Coordinazione del Dominio BIM (dal proprio controllo preliminare o dalle richieste agli altri Coordinatori dei Domini BIM), e
- Report di controllo PDF del proprio controllo preliminare.

I dati vengono sempre inviati al coordinamento BIM generale con un anticipo sufficiente rispetto all'incontro di coordinamento. Questo garantisce che il coordinamento BIM generale abbia abbastanza tempo per eseguire una propria revisione della qualità. Le date specifiche per gli incontri di coordinamento devono essere concordate e approvate dalla BIM Management (controllo).

Il BEP specifica anche il piano di consegna delle informazioni per distinguere il coordinamento in fase di esecuzione da quello di consegna (milestone). La principale differenza rispetto al piano di coordinamento è il livello di controllo molto più alto. Questo è volto a garantire la reale consegna del contenuto richiesto del modello (raggiungimento di un gate di qualità e autorizzazione dei modelli disciplinari da parte del coordinamento BIM generale) ed è collegato alla liquidazione degli stati d'avanzamento da parte del committente.

## 4 BIM project implementation

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

Per il piano di consegna delle informazioni, i trasferimenti sopra descritti sono integrati dai coordinamenti BIM disciplinari con:

- Modelli disciplinari IFC,
  - autorizzati dal coordinamento BIM generale dopo l'incontro finale di coordinamento, e
  - secondo il livello di dettaglio specificato (LOG + LOI) nella fase di sviluppo completo,
- Disegni derivati dal modello disciplinare in PDF e DWG/DXF:
  - i disegni devono corrispondere allo stato verificato e approvato del modello disciplinare (file IFC). Le informazioni 2D contenute nei soli disegni (ad esempio, le dimensioni) non devono contraddire le informazioni nel modello disciplinare, e
- Informazioni supplementari (ad esempio, disegni dettagliati).

Il coordinamento BIM generale fornisce il MIDP:

- un modello di coordinamento autorizzato (nel formato del software di verifica),
- un report di verifica PDF, e
- uno schema di categorizzazione dei risultati della verifica [sezione 4.3.5](#),
  - specificando e attribuendo i risultati del controllo ai rispettivi gate di qualità.

I gate di qualità determinano l'autorizzazione di un modello disciplinare e del modello complessivo (federazione di tutti i modelli disciplinari, stato: autorizzato sulla piattaforma di collaborazione). L'autorizzazione viene rilasciata per ciascun modello disciplinare sulla piattaforma di collaborazione dopo che ha superato la revisione dal coordinamento BIM generale. Quando tutti i modelli disciplinari raggiungono questo stato, il modello complessivo federato è autorizzato sulla piattaforma di collaborazione. I gate di qualità sono definiti per ogni query di controllo (regola di controllo).

Questa precisa categorizzazione e suddivisione per ogni query di controllo significa: se un modello disciplinare ha uno stato LOI molto buono (= completamente disponibile), ma presenta diverse interferenze gravi in travi portanti all'interno di un modello disciplinare, l'autorizzazione non verrà concessa. Al contrario, se ci sono solo poche e minori interferenze (ad esempio, tra alcune pareti non portanti e colonne portanti), l'autorizzazione può comunque essere concessa. È fondamentale garantire che la categorizzazione dei gate di qualità e i risultati del controllo siano presentati in modo chiaro e trasparente nel report di controllo del coordinamento BIM generale. Poiché la BIM Management (committente)/BIM Management (controllo) esegue anche controlli casuali per il coordinamento a fine fase/milestone, può influenzare anche il rilascio dell'autorizzazione.

La coordinamento BIM generale specifica le date per l'incontro di coordinamento alla fine di una fase/milestone e la relativa consegna delle informazioni. Queste devono essere coordinate con il BIM Management (controllo) e con il programma del progetto.

## 4.3 Progettazione (pianificazione)

**Casi di coordinamento**

La tipologia e l'estensione del coordinamento tra i vari soggetti coinvolti nella progettazione vengono descritti nel piano di Gestione Informativa (pGI) attraverso i cosiddetti casi di coordinamento. Questi rappresentano una parte dei casi d'uso e spiegano, passo dopo passo, come i contraenti per la progettazione devono collaborare per gestire e verificare la qualità del progetto. A seconda della tipologia di coordinamento necessario, i casi vengono applicati durante le diverse fasi del ciclo di vita assicurando che i processi di verifica e collaborazione siano coerenti e completi (vedi fig. 4.9).

**coordinamento alla scadenza delle fasi**

responsabilità :	coordinamento BIM generale
partecipanti:	coordinamento BIM disciplinare, BIM Management (control)
contenuto:	coordinamento al termine della fase di progetto/milestone con tutti i modelli disciplinari
tempi:	una volta per termine di fase/milestone
scopo:	consegna dei dati (in conformità con il processo di consegna)

parte della gestione qualità BIM

**coordinamento nelle riunioni di coordinamento generale**

responsabilità :	coordinamento BIM generale
partecipanti:	coordinamento BIM disciplinare, BIM Management (control)
contenuto:	coordinamento regolare
tempi:	periodico, ciclo specificato secondo programma (incontri di coordinamento generale)
scopo:	coordinamento dei modelli disciplinari

parte della gestione qualità BIM

**coordinamento tra i singoli partecipanti alla progettazione**

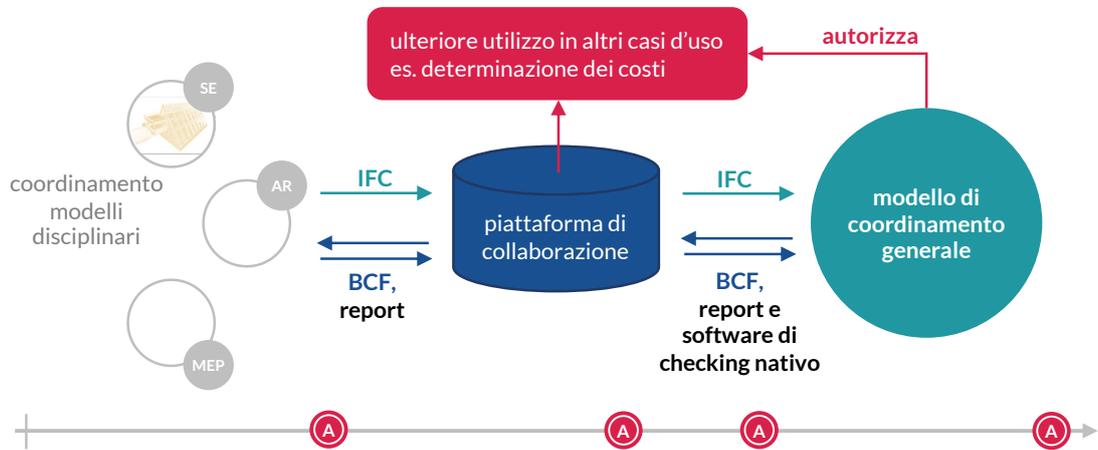
responsabilità :	coordinamento BIM disciplinare
partecipanti:	coordinamento BIM disciplinare
contenuto:	coordinamento secondo i bisogni specifici, nessun coordinamento generale
tempi:	al bisogno, o in maniera periodica
scopo:	coordinamento tra modelli di discipline diverse

escluso dalla gestione qualità BIM

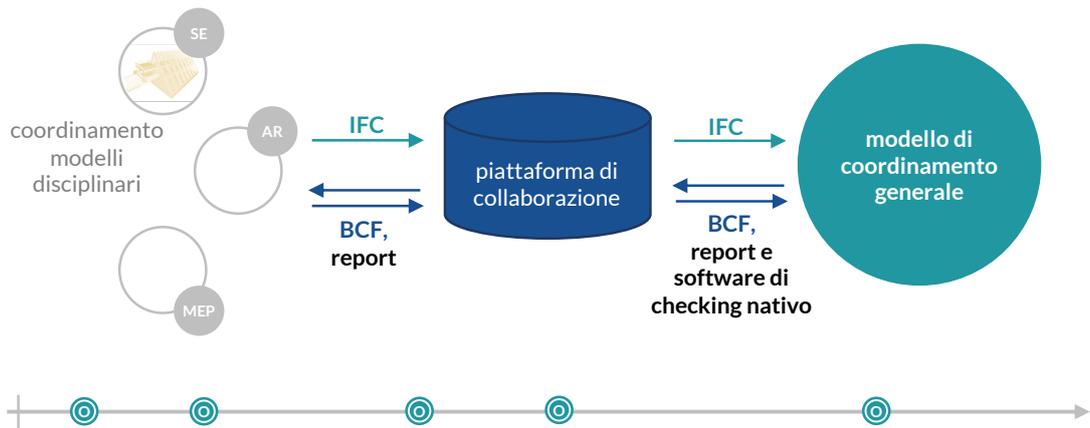
**Figura 4.9:** Coordinamento durante i diversi momenti

Il coordinamento tra i singoli partecipanti alla progettazione non è presieduta dal coordinamento BIM generale; ogni singolo coordinamento BIM disciplinare si organizza direttamente sulla base dei modelli. I dati vengono scambiati tramite la piattaforma di collaborazione, dove vengono comunicati sia i modelli disciplinari necessari (anche se solo parzialmente) che i requisiti di coordinamento sotto forma di commenti BCF. Questo tipo di attività assicura una documentazione tracciabile delle modifiche effettuate.

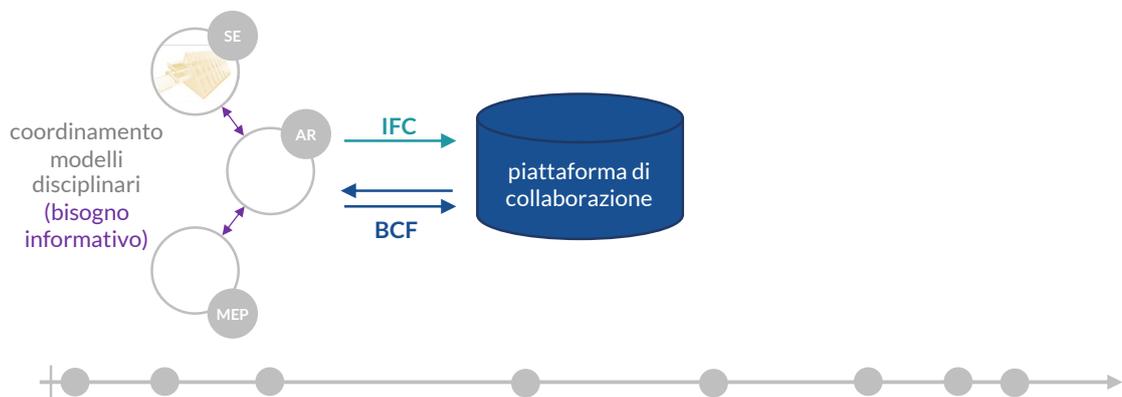
**A** coordinamento alla scadenza delle fasi



**⊙** coordinamento nelle riunioni di coordinamento generale



**●** coordinamento tra i singoli partecipanti alla progettazione



**Figura 4.10:** Fabbisogno di coordinamento durante i diversi momenti dello sviluppo del progetto

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

Il coordinamento durante gli incontri di coordinamento complessivo e il coordinamento a fine fase/milestone sono gestite dal coordinamento BIM generale. Entrambe comprendono il controllo preliminare del modello disciplinare da parte del coordinamento BIM disciplinare (incluso il report di verifica) e la revisione da parte del coordinamento BIM generale (sia all'interno che tra i modelli disciplinari). Mentre il coordinamento durante le attività di coordinamento generale è continuo per il regolare coordinamento all'interno di una fase, e quindi il regolare coordinamento viene monitorato dal coordinamento BIM generale, il coordinamento a fine fase/milestone avviene solo in tempi specifici secondo il programma. La qualità dei modelli disciplinari non deve essere completamente corretta durante ogni corrente coordinamento, ma al momento della consegna delle informazioni, i modelli disciplinari devono raggiungere una qualità definita dai casi d'uso nel BEP al momento opportuno. Il raggiungimento di questi gate di qualità viene verificato e valutato dalla coordinamento BIM generale e, se la qualità è sufficiente, allora viene registrato con un'autorizzazione sulla piattaforma di collaborazione.

#### Condizioni di base per il coordinamento

Indipendentemente dal tipo di coordinazione, devono essere soddisfatte e definite in anticipo nel BEP alcune condizioni di base:

- Rispetto delle responsabilità per ogni modello disciplinare,
- Rispetto dei formati definiti (IFC, BCF, DWG/DXF, PDF, XSL),
- Utilizzo della piattaforma di collaborazione specificata (CDE),
- Utilizzo della piattaforma di comunicazione specificata (per BCF),
- Utilizzo delle configurazioni di trasferimento specificate, e
- Rispetto delle specifiche dei casi d'uso (vedi [sezione 4.3.4](#)).

#### 4.3.4 Esecuzione della gestione dei modelli / gestione della qualità BIM

L'implementazione della gestione del modello è un caso d'uso del pGI che si svolge a diversi livelli di responsabilità e approfondimento. Questi casi d'uso vengono spesso indicati come gestione della qualità BIM o assicurazione della qualità BIM, e comunemente vengono associati alla tradizionale risoluzione delle interferenze (clash detection). Tuttavia, per una verifica completa, sono necessarie ulteriori verifiche, nonché la definizione di un piano di coordinamento e di un piano di consegna delle informazioni (vedi [sezione 4.3.3](#)).

#### Gestione della qualità BIM

Gli EIR del committente o il BEP devono descrivere i requisiti per la gestione della qualità basata su modello e la specifica implementazione per un controllo della qualità uniforme e il coordinamento dei modelli digitali disciplinari. La descrizione include le specifiche per le routine di verifica che devono essere implementate nel software di controllo.

La routine di verifica è la definizione complessiva delle specifiche di gestione della qualità in un software di controllo. È fondamentale che una routine di verifica venga sempre eseguita nello stesso modo, come suggerisce il termine «routine». Ogni ruolo BIM ha la propria routine di verifica: Coordinamento BIM disciplinare, coordinamento BIM complessivo e BIM Management (committente) / BIM Management (controllo).

Questa routine comprende i criteri di verifica, il loro affidamento al ruolo BIM, uno schema di classificazione dei risultati del controllo per il coordinamento negli incontri di coordinamento generale e nelle fasi di fine fase/milestone, le interrogazioni di controllo definite individualmente (= regole di controllo nel software di controllo) e un report di controllo.

#### **Criteri di verifica**

A seconda del tipo di progetto e della forma di collaborazione, la gestione della qualità BIM può coprire diversi aspetti di un modello digitale. Le verifiche possono riguardare la conformità ai formati dei dati utilizzati (ad esempio, IFC4), la completezza formale delle informazioni richieste (ad esempio, LOI), le relazioni geometriche degli elementi (ad esempio, l'assenza di interferenze, le distanze minime) o la conformità alle linee guida specifiche della disciplina (ad esempio, le normative edilizie).

Per eseguire un controllo in modo coordinato, criteri concreti (vedi fig. 4.11) aiutano a garantire un modo uniforme di verificare senza trascurare gruppi di elementi. I criteri di verifica rappresentano una classificazione in diversi gruppi di focus che organizzano una verifica del modello e ne facilitano la valutazione dei risultati.

**I criteri di verifica per il confronto dei modelli** vengono eseguiti internamente per ogni modello disciplinare. La verifica è informale e non è richiesta una valutazione dei risultati nel report di controllo. Le interrogazioni di verifica sono destinate a fornire una panoramica dello sviluppo del modello disciplinare.

I criteri di verifica per il confronto dei modelli includono interrogazioni sul:

- confronto delle informazioni geometriche di tutti gli elementi del modello disciplinare con lo stato precedente, e
- confronto delle informazioni alfanumeriche di tutti gli elementi del modello disciplinare con lo stato precedente.

**I criteri di verifica formale** vengono eseguiti internamente per ogni modello disciplinare e rappresentano il controllo di base, poiché un ulteriore controllo ha senso solo per i modelli disciplinari con un approfondimento adeguato.. Ad esempio, se i modelli disciplinari non sono allineati tra loro, non è possibile eseguire una rilevazione delle interferenze tra i modelli.

I criteri di verifica formale includono, ma non si limitano a, interrogazioni su:

- specifiche di modellazione di base:
  - ad esempio, è il modello disciplinare posizionato correttamente?
  - ad esempio, gli elementi sono presenti e collegabili a ogni piano?
  - ad esempio, i GUID sono unici?
- livello di dettaglio secondo il LOIN:
  - LOG: gli elementi sono modellati secondo la classe LOG, ad esempio, singoli o a più strati;
  - LOI: gli elementi sono correttamente classificati secondo la loro entity IFC e possiedono le proprietà richieste secondo la loro classe LOI. Il range di valori delle proprietà è significativo (ad esempio, secondo una specifica di opzione, contiene un intervallo numerico, contiene un valore vero/falso).

## 4.3 Progettazione (pianificazione)

## criteri di verifica confronto tra modelli

controllo: modifiche del modello disciplinare geometrico e alfanumerico  
**nel modello disciplinare**

scopo: test informativo, recepimento delle modifiche

Coord. BIM disciplinare

Coord. BIM generale

## criteri di verifica formale

controllo: criteri di base: verificare se gli elementi necessari (classi) esistono e se contengono i corrispondenti valori alfanumerici nel  
**modello disciplinare**

scopo: presenza delle corrette classi di elementi, loro corretta classificazione, set di proprietà e caratteristiche, contenuto secondo le specifiche LOIN

Coord. BIM disciplinare

Coord. BIM generale

BIM Management (controllo)

## criteri controllo qualità

controllo: relazioni tra elementi geometrici (collisioni, distanze, etc.)  
**nel modello disciplinare**

scopo: modello disciplinare senza collisioni; relazioni e distanze necessarie rispettate

Coord. BIM disciplinare

Coord. BIM generale

BIM Management (controllo)

## controllo criteri legislativi

controllo: contenuto informativo e relazioni rispetto ai criteri legislativi (regolamenti edilizi, linee guida, standard, etc.)  
**nel modello disciplinare**

scopo: conformità ai requisiti legislativi

Coord. BIM disciplinare

Coord. BIM generale

## criteri controllo di coordinamento

controllo: relazioni geometriche tra elementi (collisioni, distanze, etc.)  
**fra più modelli disciplinari**

scopo: riduzione al minimo delle collisioni tra i diversi modelli disciplinari; mantenimento delle distanze necessarie e relative relazioni

Coord. BIM generale

BIM Management (controllo)

verifica generale

controllo informativo

controllo di plausibilità

© Kruschmann

Figura 4.11: I criteri di controllo dipendono dal tipo di controllo e dal contenuto del controllo

**I criteri di verifica della qualità** vengono eseguiti internamente per ogni modello disciplinare se i criteri di verifica formale sono stati sufficientemente superati. Ciò include la rilevazione delle interferenze (internamente al modello disciplinare). Tuttavia, poiché queste interrogazioni non forniscono una risposta sufficiente sullo stato geometrico di un modello disciplinare, vengono anche interrogate le relazioni geometriche.

I criteri di verifica della qualità includono interrogazioni su:

- **Relazioni geometriche tra gli elementi:**  
Gli elementi non si sovrappongono (rilevamento delle interferenze), oppure la sovrapposizione è entro la tolleranza specificata.
- **Relazioni sul contenuto geometrico:**  
Gli elementi devono rispettare una distanza minima o massima richiesta:
  - Ad esempio, le colonne sono collegate in modo coerente nella parte superiore e inferiore alla struttura di supporto (pavimento, soffitto),
  - Ad esempio, la distanza minima tra i dispositivi idraulici e gli ascensori,
  - Ad esempio, la distanza massima dagli ascensori nei piani adiacenti.

**I criteri di verifica regolamentare** sono definiti e eseguiti dalla disciplina responsabile. Rappresentano le interrogazioni di verifica che possono mappare le specifiche basate sul modello provenienti da normative, standard e linee guida. Grazie alla sua expertise come progettista disciplinare, questa verifica è responsabilità della coordinamento BIM disciplinare. Il coordinamento BIM generale può essere incaricato di eseguire controlli casuali per verificare la conformità.

I criteri di verifica regolamentare includono interrogazioni su:

- **Requisiti matematicamente mappabili da normative, standard e linee guida:**
  - Ad esempio, la larghezza delle vie di fuga,
  - Ad esempio, la distanza tra prese elettriche e lavabi/uscite d'acqua,
- **Relazioni dei requisiti derivanti da normative, standard e linee guida:**
  - Ad esempio, il numero richiesto di posti auto accessibili.

Quando si definiscono i criteri per la verifica della conformità alle norme, è essenziale prendere in considerazione sia i requisiti imposti a livello locale che quelli specifici per il settore.

I criteri di verifica per il coordinamento vengono eseguiti tra i modelli dei vari domini dal coordinamento BIM generale, con la partecipazione del BIM Management (committente) / BIM Management (controllo) che effettua anche verifiche casuali di plausibilità. Le interrogazioni di verifica riguardano principalmente la rilevazione di interferenze, ma rappresentano sempre una valutazione delle relazioni geometriche tra gli elementi. Ad esempio, il confronto della struttura di supporto del modello della disciplina architettura con quella del modello del dominio dell'ingegneria strutturale è una verifica di coordinamento. Inoltre, i modelli della disciplina architettura vengono controllati per verificare le interferenze con i modelli disciplinari degli impianti.

## 4.3 Progettazione (pianificazione)

I criteri di verifica per il coordinamento includono controlli su:

- **Riferimenti geometrici tra gli elementi edilizi e gli elementi dei servizi tecnologici:**
  - Architettura o ingegneria strutturale contro i servizi tecnologici di riscaldamento/raffreddamento,
  - Architettura o ingegneria strutturale contro i servizi tecnologici di ventilazione,
  - Architettura o ingegneria strutturale contro i servizi tecnologici di idraulica,
  - Architettura o ingegneria strutturale contro i servizi tecnologici elettrici,
  - Architettura o ingegneria strutturale contro i servizi tecnologici di sprinkler,
- **Riferimenti geometrici tra gli elementi dei servizi tecnologici:**
  - Servizi tecnologici di riscaldamento/raffreddamento contro ventilazione, idraulica, elettrici, sprinkler,
  - Servizi tecnologici di ventilazione contro idraulica, elettrici, sprinkler,
  - Servizi tecnologici di idraulica contro elettrici, sprinkler,
  - Servizi tecnologici elettrici contro sprinkler.

Per garantire che nessun elemento venga trascurato, è consigliabile creare una matrice dei vari controlli incrociati.

Per garantire che ogni verifica venga condotta in modo ordinato e coerente, gli elementi vengono suddivisi in categorie ben definite. Queste categorie devono essere strutturate logicamente e contrassegnate in maniera chiara, in modo che sia possibile supportare tutti i criteri di verifica durante il controllo filtrando gli elementi appartenenti a ciascuna categoria. Ad esempio, in un software di verifica come Solibri Office, queste suddivisioni vengono salvate sotto forma di «classificazioni».

### Rapporto di verifica

Il rapporto di verifica viene presentato dal ruolo BIM incaricato della verifica per ogni controllo effettuato (vedi [sezione 4.3.5](#)). Insieme al modello disciplinare, il coordinamento BIM disciplinare invia il rapporto di verifica (.pdf e .bcf) al coordinamento BIM generale durante gli incontri di coordinamento complessivo e al termine di ogni fase/milestone. Il coordinamento BIM generale prepara il proprio rapporto di revisione per gli stessi incontri di coordinamento.

Oltre a elencare le problematiche riscontrate, un rapporto di verifica in formato PDF dovrebbe fornire una panoramica completa dello stato dei modelli disciplinari controllati.

### Routine di verifica

La routine di verifica è un prodotto complesso costituito dai componenti precedentemente elencati (vedi fig. 4.12). Ogni ruolo BIM di verifica ha la propria routine di controllo, che consiste in una sequenza specifica di criteri che si costruiscono l'uno sull'altro. Ogni criterio è composto da diverse regole specifiche, i cui risultati devono essere classificati secondo uno schema (ad esempio, «superato / non superato / superato con condizioni», vedi [sezione 4.3.5](#)). Durante le riunioni di coordinamento generale le problematiche riscontrate vengono trasferite al coordinamento BIM disciplinare responsabile sotto forma di un rapporto di verifica. Al termine di una fase/milestone,

## 4 BIM project implementation

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

non dovrebbero esserci questioni in sospeso. Se ci sono ancora problemi aperti, il modello disciplinare interessato non può essere rilasciato per l'uso successivo sulla piattaforma di collaborazione (da parte della coordinamento BIM generale). Tuttavia, è anche possibile rilasciare il modello con condizioni, fissando una scadenza per la risoluzione del problema. In ogni caso, i risultati del controllo vengono registrati in un rapporto di verifica.

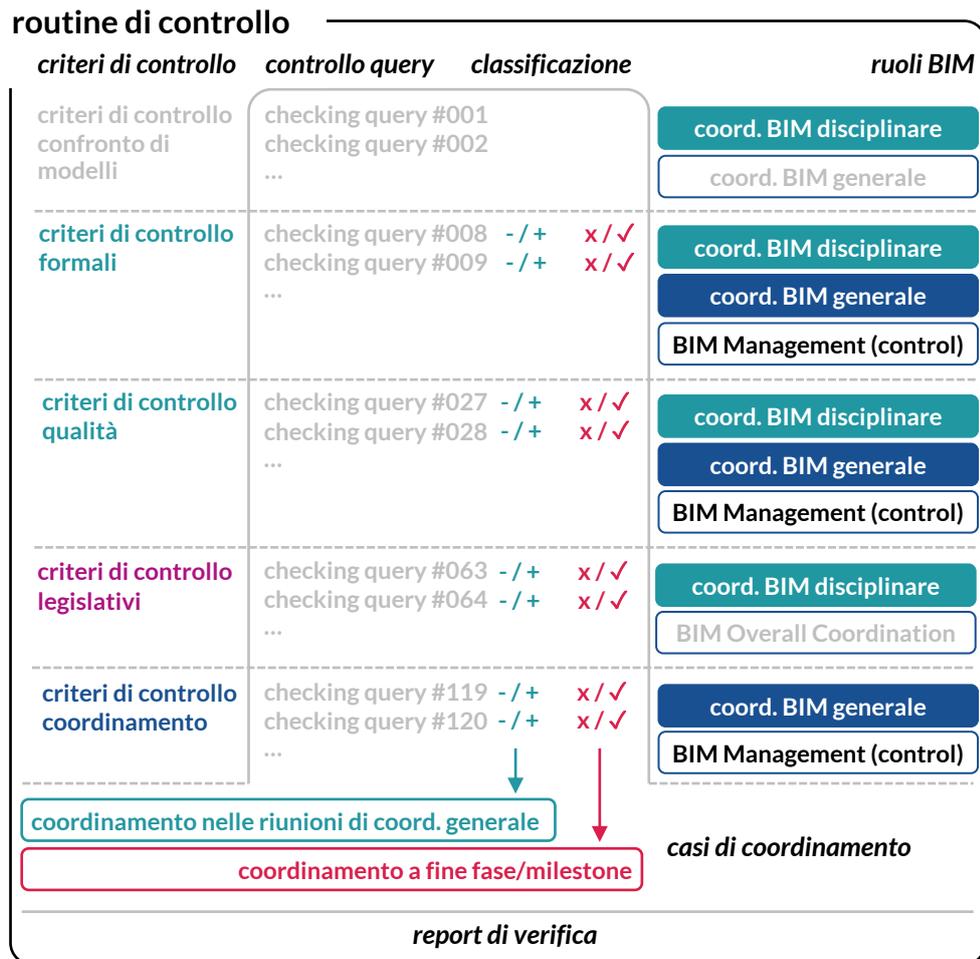


Figura 4.12: Contenuto di una routine di controllo

#### 4.3.5 La conduzione degli incontri di coordinamento

I risultati di una verifica del modello sono sempre comunicati. Questo di solito avviene durante gli incontri di coordinamento complessivo definiti nel piano di coordinamento e nel piano di consegna delle informazioni, che fanno parte del BIM Execution Plan (BEP). Un incontro di coordinamento complessivo è presieduto dal coordinamento BIM generale con la partecipazione dei diversi coordinamenti BIM disciplinari e della BIM Management (controllo). Ciò garantisce che le informazioni sullo stato del progetto e sui lavori in sospeso siano comunicate ai modellatori BIM (da parte del coordinamento BIM disciplinare) e al committente (da parte della BIM Management (controllo)).

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

Gli incontri di coordinamento complessivo possono anche essere combinati con gli incontri di progettazione, vantando il beneficio di assicurare una comprensione comune tra tutti i partecipanti alla progettazione e un approccio focalizzato sulle attività in corso (temi BIM interconnessi e tematiche progettuali).

Un incontro di coordinamento complessivo si svolge immediatamente dopo una verifica del modello da parte del coordinamento BIM generale. Il coordinamento BIM generale presenta i risultati del controllo tramite il software di verifica e li coordina con il coordinamento BIM disciplinare responsabile. Tra gli aspetti definiti vi sono:

- la tempistica per la correzione dei difetti,
- la persona responsabile primaria della correzione, nel caso siano coinvolti più domini,
- gli obiettivi da raggiungere entro il prossimo incontro di coordinamento, e
- le priorità da stabilire per la correzione delle carenze e per il coordinamento futuro.

I coordinamenti BIM disciplinari possono anche presentare i risultati del controllo interno dei modelli disciplinari durante l'incontro di coordinamento complessivo e definire e concordare i requisiti per gli altri modelli disciplinari. Il coordinamento BIM generale registra l'incontro di coordinamento generale e successivamente inoltra i verbali e i relativi rapporti di verifica ai partecipanti tramite la piattaforma di collaborazione.

I rapporti di verifica del coordinamento BIM generale e del coordinamento BIM disciplinare consistono nei singoli BCF per le issue riscontrate e nel relativo rapporto di verifica in formato PDF.

- Il rapporto di verifica in formato BCF consiste in un documento che riporta i risultati del controllo eseguito tramite applicazioni BIM, utilizzate per garantire la qualità del progetto. Ogni commento presente nel rapporto BCF deve includere, come minimo, i seguenti elementi fondamentali:
  - l'ID GUID (*globally unique identifier*, Identificatore Unico Globale) degli elementi interessati,
  - un nome assegnato,
  - una descrizione,
  - le viste salvate con una posizione della fotocamera appropriata sugli elementi affetti,
  - un'indicazione dello stato (ad esempio, aperto, risolto, chiuso),
  - affidamento della responsabilità al ruolo BIM.
- La composizione del rapporto di verifica PDF: oltre a elencare i risultati del controllo, un rapporto di verifica PDF fornisce una panoramica dello stato dei modelli disciplinari controllati. Include anche lo schema di categorizzazione dei risultati del controllo.

Lo schema di classificazione del coordinamento BIM generale supporta la classificazione dei risultati del controllo nella fase di sviluppo attuale. Ciò consente di mostrare a tutti i partecipanti e al committente fino a che punto i singoli modelli disciplinari e il modello complessivo (federato) soddisfano i requisiti. Lo schema di classificazione mostra il grado (percentuale) con cui i dati del modello sono corretti, ossia hanno «superato» il controllo. Può essere indicato anche «non superato» se i dati del modello non sono ancora disponibili in una forma sufficiente.

## 4 BIM project implementation

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

Se i dati del modello (nel loro complesso o in relazione ai singoli modelli disciplinari) non sono ancora disponibili in una forma adeguata, il coordinamento BIM generale può decidere se il problema può essere trattato nel prossimo incontro di coordinamento o se alcune carenze devono essere corrette prima di proseguire. Questa procedura si applica al coordinamento durante gli incontri di coordinamento complessivo all'interno di una fase.

Per un coordinamento al termine di una fase/milestone, tuttavia, vengono utilizzate delle soglie di qualità (quality gates) come riferimento per passare alla fase successiva. I dati del modello possono essere trasferiti alla fase successiva solo se le soglie di qualità sono state completamente superate o se sono state soddisfatte condizioni vincolanti per l'eliminazione dei difetti.

Il raggiungimento di una soglia di qualità non significa necessariamente superare al 100% tutti i controlli. Ad esempio, un modello complessivo completamente (100%) privo di interferenze, o i singoli modelli disciplinari, possono essere ottenuti solo con grande impegno. Le collisioni minori possono essere accettate se:

- non ci sono deviazioni rilevanti nei calcoli di quantità e massa,
- la costruzione non è compromessa, e
- l'eliminazione di queste interferenze comporta un notevole sforzo aggiuntivo di modellazione.

Questo contrasta con il raggiungimento di un livello di informazioni (LOI) completo al 100% nei modelli disciplinari alla conclusione di una determinata fase o milestone. Un livello completo di informazioni nei modelli di dominio è indispensabile per garantire un uso sicuro e affidabile dei dati del modello nelle fasi successive del progetto.

Nel BIM Execution Plan (BEP) viene definita una classificazione che stabilisce quali criteri di verifica devono essere superati al 100% o con una percentuale corrispondente inferiore per il superamento della soglia di qualità (quality gate).

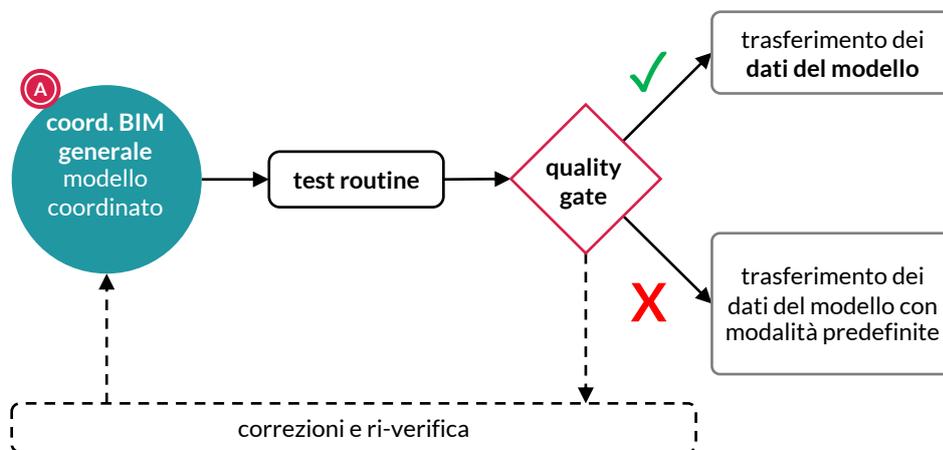


Figura 4.13: Processo di verifica

## 4.3 Progettazione (pianificazione)

Per garantire il successo di un incontro di coordinamento, è necessario seguire una serie di passaggi. Se si tratta del primo incontro di coordinamento, devono essere assicurati i seguenti aspetti preliminari:

- **BIM Management (controllo):**  
Il CDE deve essere stato configurato e le unità organizzative devono essere state formate o avere accesso al sistema.
- **Coordinazione Generale BIM:**  
Il BEP deve contenere tutte le specifiche necessarie (piano di coordinamento).

Per il primo incontro di coordinamento e per tutti gli incontri successivi, i coordinamenti BIM disciplinari devono seguire i seguenti passaggi:

- Verificare il proprio modello disciplinare utilizzando il software di controllo,
- Preparare il rapporto di verifica (.bcf e .pdf),
- Consegnare in tempo utile il modello disciplinare verificato, i rapporti di verifica e, se necessario, i documenti di progettazione derivati dal modello disciplinare al CDE, informando la Coordinazione Generale BIM della consegna.

Il coordinamento BIM generale ora ha accesso a tutti i dati rilevanti e può eseguire il coordinamento interdisciplinare per l'incontro di coordinamento:

- Raccogliere i modelli disciplinari dal CDE e fonderli nel modello di coordinamento utilizzando il software di verifica (nel formato nativo del software di controllo). Nota: se non si tratta del primo incontro di coordinamento, i modelli verranno aggiornati nel modello di coordinamento.
- Verificare la conformità di ciascun modello disciplinare (corretta posizione).
- Eseguire le routine di verifica. Il controllo deve essere effettuato per ogni modello disciplinare e successivamente i modelli devono essere verificati tra loro (interdisciplinari).
- Parte del controllo consiste nella revisione dei risultati e nella creazione di issue per le collisioni identificate, con l'identificazione di un responsabile per la risoluzione e la rispettiva priorità.

Il tempo a disposizione per la revisione dei modelli disciplinari può variare in base alle dimensioni del progetto, ai tempi/alle fasi del progetto o al tipo di progetto (nuova costruzione, ristrutturazione). Questo deve essere considerato durante la preparazione del piano di coordinamento. Una volta che la coordinamento BIM generale ha verificato i modelli disciplinari, si tiene l'incontro di coordinamento programmato:

- **Coordinamento BIM generale:**  
Presiede l'incontro di coordinamento e presenta i risultati. A seconda dell'entity delle problematiche, il coordinamento BIM generale può trattare tutti i problemi o limitarsi a quelli più urgenti. Tuttavia, tutte le problematiche vengono comunicate successivamente.
- **Coordinamento BIM disciplinare:**  
Ha l'opportunità di commentare direttamente le problematiche. Se le problematiche sollevate dal coordinamento BIM generale sono già state risolte secondo il coordinamento BIM disciplinare responsabile, la questione rimane comunque in sospeso fino a quando non può essere verificata nel prossimo incontro di coordinamento.

- **Coordinamento BIM generale:**  
L'affidamento delle responsabilità o delle priorità già fatte può essere regolata di conseguenza.
- **Coordinamento BIM generale:**  
Conclude l'incontro di coordinamento e successivamente consegna il rapporto di verifica (.bcf e .pdf), facendo rapporto al BIM Management (controllo).

L'incontro di coordinamento è il cuore della collaborazione integrale. Tutti i ruoli BIM rilevanti partecipano e contribuiscono. In alcuni casi, potrebbero emergere nuove informazioni durante il progetto che richiedono un adattamento del BEP. Questo viene fatto dal coordinamento BIM generale e deve essere approvato dalla BIM Management (controllo).

Esempi di problematiche tipiche nella collaborazione, verifica del modello e creazione di problematiche:

- **Sovrapposizione di informazioni nei modelli:** Una delle problematiche comuni riguarda il fatto che sia gli elementi architettonici che quelli strutturali riportano informazioni sulle proprietà relative agli elementi portanti (ad esempio, «LoadBearing» è vero/falso). Per confrontare il modello del dominio architettonico con quello del dominio strutturale (verifica del modello), è necessario ridurre il modello architettonico agli elementi portanti durante il controllo. Gli elementi non portanti nel modello architettonico non devono essere presi in considerazione per il confronto. Il team architettonico deve fornire al team strutturale un modello disciplinare ridotto per la collaborazione, contenente solo gli elementi portanti. Gli elementi del modello che non sono portanti o elementi di documentazione (ad esempio, stanze = IfcSpace) non sono rilevanti per la progettazione strutturale e il lavoro da eseguire. Durante la revisione del modello, viene definita una configurazione di trasferimento indipendente per questo scopo.
- **Considerazioni nella validazione del modello nelle diverse fasi:** Man mano che le fasi del progetto progrediscono, la sensibilità della rilevazione delle interferenze (clash detection) deve essere regolata. Ciò significa che i valori di tolleranza per le sovrapposizioni vengono riaggiustati nelle regole di verifica con ogni nuova fase. Ad esempio, la sovrapposizione dei componenti principali (vedi [sezione 4.3.4](#)) può essere verificata con una tolleranza di 2,0 cm nella fase di progettazione e 0,5 cm nella fase di permesso. È fondamentale che vengano controllati solo gli elementi del modello rilevanti per la fase in corso. Nella fase di progettazione, è utile controllare gli elementi impiantistici rispetto agli elementi architettonici, ad esempio, rispetto agli elementi portanti architettonici (elementi principali dell'edificio), ma non rispetto agli elementi di finitura (= classe di elementi 1). È anche utile limitare gli elementi impiantistici ai percorsi di tubazioni/cavi e alle unità centrali. Le stanze (spazi) del modello architettonico vengono controllate rispetto agli elementi del modello impiantistico in ogni fase per garantire le distanze minime. Sarebbe prematuro controllare le prese modellate (IfcOutlet) nella fase di progettazione, in quanto gli elementi architettonici (ad esempio, pareti, soffitti sospesi) potrebbero ancora cambiare.
- **Responsabilità per le problematiche interdisciplinari:** Se la rilevazione dei conflitti tra il modello architettonico e il modello impiantistico rivela carenze (ad esempio, interferenze), il coordinamento BIM generale deve assicurarsi

## 4.3 Progettazione (pianificazione)

che venga specificata una sequenza logica di coordinamento. Ad esempio, se i percorsi dei cavi si scontrano con le pareti portanti, dovrebbe essere richiesta un coordinamento per le aperture. L'assegnazione viene quindi effettuata al team impiantistico, che dovrà fornire al team architettonico i dettagli costruttivi per coordinare le aperture. Se la posizione delle aperture è accettabile per il team architettonico, i dettagli costruttivi vengono approvati e le aperture vengono incorporate nel modello architettonico. Di conseguenza, i conflitti precedentemente identificati non dovrebbero più esistere al prossimo incontro di coordinamento. Nel caso delle aperture, si dovrebbe anche sottolineare che queste devono, ovviamente, essere verificate, approvate e incorporate dal team strutturale. Il coordinamento BIM generale assegna tali problematiche al team impiantistico come ente responsabile, ma il team architettonico e il team strutturale vengono comunque inclusi nel commento BCF per fini informativi.

#### 4.3.6 Esecuzione della consegna delle informazioni

La consegna delle informazioni (trasferimento dei dati) è un caso d'uso che si verifica al termine di una fase o di una milestone del progetto. Riguarda i risultati finali del progetto di una fase che devono essere trasferiti. Questi devono essere consegnati dal rispettivo coordinamento BIM disciplinare sulla piattaforma di collaborazione e comunicazione. La nomenclatura e le dimensioni massime dei file sono definite nel BEP e risultano valide per tutte le parti incaricate.

**Per il trasferimento dei modelli disciplinari (file IFC), si applicano le seguenti disposizioni:**

- Rispetto delle specifiche per il livello di dettaglio dei modelli disciplinari.
- La conformità a questi requisiti deve essere garantita prima che i dati vengano resi disponibili sulla piattaforma di collaborazione; l'autorizzazione è fornita dal coordinamento BIM generale.
  - Tutti gli aspetti da verificare devono produrre risultati positivi; questo deve essere inteso come un «quality gate» corrispondente.
  - Eventuali ulteriori revisioni riguardanti gli obiettivi funzionali del progetto devono essere svolte separatamente.
  - La conformità ai requisiti deve essere dimostrata tramite un report di verifica allegato, secondo le specifiche.
- Informazioni supplementari o più dettagliate (ad esempio, disegni dettagliati) devono essere inserite nel modello disciplinare dal modellatore BIM utilizzando commenti BCF.
- Tutti i documenti progettuali devono essere derivati dal modello disciplinare pertinente.

**Per il trasferimento dei documenti di progetto (file DWG/DXF), si applicano le seguenti disposizioni:**

- Rispetto delle specifiche regolative.
- I disegni (file DWG/DXF) devono corrispondere allo stato verificato e approvato del modello disciplinare (file IFC). Le informazioni 2D contenute solo nei disegni (ad esempio, le dimensioni) non devono contraddire le informazioni nel modello disciplinare.

#### **Per il trasferimento dei disegni (file PDF), si applicano le seguenti disposizioni:**

- I disegni (file PDF) devono corrispondere allo stato verificato e approvato del modello disciplinare (file IFC). Le informazioni 2D contenute solo nei disegni (ad esempio, le dimensioni) non devono contraddire le informazioni nel modello disciplinare.

#### **Per il trasferimento dei modelli di lavoro nativi, si applicano le seguenti disposizioni:**

- Deve essere documentato l'uso dei software di modellazione e CAD, inclusi eventuali estensioni o add-on del programma, e deve essere fornito un elenco di tutti gli elementi speciali aggiuntivi (per i modelli disciplinari come file IFC e per i disegni come file DWG/DXF).

#### **4.3.7 Esecuzione della valutazione dei costi basata sul modello**

La valutazione dei costi basata sul modello è un caso d'uso che si verifica in varie fasi del progetto.

##### **Requisiti:**

La valutazione dei costi viene effettuata in un *software di stima*. I dati del modello disciplinare sono utilizzati per determinare le quantità e i volumi, dati che sono stati precedentemente verificati e autorizzati dal coordinamento BIM generale per l'uso sulla piattaforma di collaborazione (stato: *autorizzato*):

- *Requisito*: modello disciplinare autorizzato secondo il «quality gate».

A seconda del coordinamento tra il coordinamento BIM generale e il team incaricato della valutazione dei costi, possono essere utilizzati diversi dati del modello disciplinare. Tuttavia, questi sono sempre basati sulle specifiche LOG e LOI e sulle quantità di base (BaseQuantities) trasportate in un modello IFC.

- *Requisito*: verifica di plausibilità prima e dopo il calcolo dei costi.

In alcuni casi, i modelli disciplinari contengono informazioni necessarie a livelli di profondità diversi, per cui deve essere concordata una procedura per utilizzare i dati dei modelli disciplinari differenti – ad esempio, le quantità e i volumi per le strutture vengono determinate dal modello disciplinare strutturale o dal modello della disciplina architettonica.

- *Requisito*: definizione di quali dati del modello disciplinare sono utilizzati per le voci corrispondenti.

I requisiti per il software di valutazione includono non solo la capacità di leggere e interpretare correttamente i dati IFC, ma anche la capacità di gestire più modelli IFC. I risultati del calcolo delle quantità e dei volumi sono poi utilizzati, ad esempio, nelle voci di calcolo dei costi per una gara.

##### **Implementazione:**

Le seguenti specifiche si applicano all'esecuzione della valutazione dei costi basata sul modello nel software di valutazione da parte dei ruoli responsabili:

- I modelli disciplinari rilasciati (file IFC) servono come base per la raccolta dei dati.

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

- L'identificazione del contenuto del modello deve essere basata sulle classi IFC dichiarate, i tipi IFC, gli assegnamenti dei materiali e le proprietà standard.
- I volumi e le quantità devono essere derivate dalla geometria del modello.

#### 4.3.8 Aggiornamento delle specifiche del progetto durante la fase di progettazione

Il BEP è un documento dinamico, creato all'inizio del progetto in base alle specifiche e ai requisiti contenuti nell'EIR del committente. Tuttavia, per rimanere valido durante tutto il ciclo di vita del progetto, il BEP deve essere in grado di adattarsi agli sviluppi del progetto e di evolversi continuamente.

La responsabilità dell'aggiornamento del BEP è affidata al coordinamento BIM generale. Le modifiche al BEP devono sempre essere coordinate con la BIM Management (controllo) per garantire che continuino a soddisfare le specifiche e i requisiti del committente.

Gli aggiornamenti del BEP possono essere necessari in seguito a:

- requisiti aggiuntivi o modificati da parte del committente,
- richieste estese da parte dei contraenti,
- adattamenti o modifiche delle procedure,
- nuove conoscenze acquisite,
- modifiche nelle specifiche relative a:
  - i partecipanti al progetto,
  - i formati,
  - le configurazioni di trasferimento,
  - i casi d'uso.

Ogni volta che si apportano modifiche al BEP, queste devono essere comunicate anche in riferimento all'EIR del committente. Tuttavia, non è necessario aggiornare subito l'EIR del committente. Le nuove informazioni raccolte durante il progetto dovrebbero però essere valutate per capire se possono migliorare lo standard aziendale EIR ed essere utili nei progetti futuri. La gestione BIM del committente, con il supporto del controllo BIM, ha il compito di aggiornare e mantenere sempre attuale lo standard EIR aziendale.

#### 4.3.9 Aggiornamento dei dati del modello

Durante il continuo aggiornamento dei modelli disciplinari, è necessario rispettare obblighi integrali riguardanti:

- la piattaforma di collaborazione e comunicazione,
- i formati,
- i codici, le normative e gli standard,
- la responsabilità e la proprietà dei contenuti del modello disciplinare,
- la coordinazione obbligatoria con gli altri modelli disciplinari,
- la qualità interna,
- le configurazioni di trasferimento,
- la modellazione,
- il grado di completamento.

In caso di cambiamento nei partecipanti al progetto, è fondamentale trasferire i dati di progettazione, inclusi i dati del modello disciplinare, in modo che il nuovo partecipante possa assumerli senza alcuna perdita.

#### 4.3.10 Processo di autorizzazione alla costruzione basato sul modello

Il modello openBIM, come sede centrale per i dati e le informazioni edilizie, ha un potenziale significativo per tutto il ciclo di vita di un edificio. Tuttavia, la presentazione e l'autorizzazione alla costruzione giocano attualmente un ruolo marginale nel ciclo BIM. In realtà, i documenti di presentazione tradizionali rappresentano un lavoro extra per i progettisti BIM, perché i disegni 2D devono essere estratti dai modelli e adattati a un formato specifico. Questo processo interrompe il flusso digitale continuo del lavoro.

Un processo di autorizzazione openBIM offre numerosi vantaggi non solo per le autorità, ma anche per l'intero comparto delle costruzioni. I benefici principali sono legati a una maggiore trasparenza nell'implementazione del processo e a una migliore comprensione delle decisioni prese. Un'analisi approfondita evidenzia i seguenti vantaggi:

- L'eliminazione delle ispezioni di routine da parte delle autorità edilizie consente di concentrare le risorse sugli aspetti più complessi dal punto di vista legale, accelerando così il processo di autorizzazione e migliorando la qualità.
- Un processo di autorizzazione BIM può essere effettuato solo tramite un formato di file aperto, il che promuove fortemente l'uso di openBIM, sostenendo le piccole e medie imprese di progettazione, che possono fare affidamento sul software di modellazione senza dover acquistare nuovi strumenti per ogni progetto.
- Gli studi di progettazione ottengono un controllo qualità automatico e di base che può essere eseguito in qualsiasi momento attraverso un controllo BIM delle specifiche tecniche (anche prima della presentazione di una domanda di costruzione). Questo riduce la burocrazia, migliora la qualità del modello inviato e accelera il processo di richiesta di progettazione. Nella pratica, gli studi di progettazione potrebbero anche utilizzare questo controllo per scopi di formazione del personale.
- Il processo delle autorità edilizie diventa più trasparente.
- Il principale vantaggio per l'industria delle costruzioni riguarda i requisiti LOG e LOI: solitamente, i requisiti di scambio delle informazioni (EIR) del progetto e i relativi requisiti LOG e LOI variano notevolmente. Un processo di autorizzazione openBIM crea uno standard comune tra i progetti – una sorta di marchio di qualità – in quanto il modello BIM approvato deve rispettare chiari requisiti LOG e LOI. Il richiedente l'autorizzazione (committente) e le aziende successive (ad esempio, i contraenti per la stima dei costi) possono quindi implementare meglio il modello BIM nelle loro applicazioni BIM, poiché le informazioni sono già archiviate e verificate in modo standardizzato.

Un processo di autorizzazione openBIM contribuirà quindi in modo significativo a sfruttare meglio e in modo più esteso i vantaggi di BIM, supportando maggiormente gli studi di progettazione prima e durante il processo di richiesta di costruzione. Le autorità edilizie e le amministrazioni trarranno vantaggio dagli standard richiesti per le presentazioni openBIM, portando la progettazione BIM a un nuovo livello e aggiungendo un importante aspetto nell'uso di BIM.

### 4.3 Progettazione (pianificazione)

Grazie a questi vantaggi, sempre più progetti stanno affrontando la questione della trasformazione digitale delle autorità edilizie o del processo di autorizzazione. Ad esempio, la città di Vienna ha sviluppato una piattaforma per la «presentazione digitale dei progetti edilizi». I richiedenti o i pianificatori possono accedere a questa piattaforma, restringere i tipi di processi e caricare i documenti di presentazione. Nell'ambito del progetto di ricerca BRISE-Vienna finanziato dall'UE, la città di Vienna ha fatto un ulteriore passo avanti, cercando di integrare il processo di autorizzazione nell'intero ciclo BIM del progetto.

#### 4.3.11 Esecuzione del test di connessione al sistema CAFM dell'operatore

Per molti dipartimenti di Facility Management (FM), l'implementazione della gestione operativa, in particolare quella basata sulle informazioni modellate nei progetti BIM, rappresenta una situazione nuova che richiede una preparazione approfondita. Per questo motivo, spesso viene eseguito un test di connessione al sistema CAFM dell'operatore futuro durante il progetto. Questo test viene solitamente eseguito al termine della fase di progettazione, quando il contenuto del modello è stato pienamente coordinato e sufficientemente dettagliato. Il modello delle informazioni sull'asset (AIM, secondo la norma ISO 19650) viene utilizzato per trasferire il modello alla gestione operativa.

Durante la redazione del BEP, è fondamentale aggiornare e adeguare l'ambito delle informazioni previste per la consegna (vedere la [sezione 4.2.8](#)). In questo processo, vengono introdotte specifiche che, di norma, sarebbero fornite solo nella documentazione finale. Tra queste rientrano diverse matrici di conversione del modello, utili per trasferire i dati del modello stesso nel sistema CAFM. Parallelamente, viene testato anche il trasferimento della documentazione supplementare e verificato il suo corretto collegamento con i contenuti del modello digitale.

L'obiettivo del test di connessione al CAFM è preparare tempestivamente gli operatori e i loro sistemi CAFM. Se durante il test vengono identificati problemi, c'è il tempo per risolverli. Eventuali problemi con il contenuto del modello o con la sua specifica nel BEP possono anche essere risolti in questa fase.

Il test di connessione al sistema CAFM viene eseguito sotto la direzione del BIM Management (controllo), che coordina le attività del coordinamento BIM generale e del rispettivo coordinamento BIM disciplinare, e mantiene i contatti con il dipartimento FM dell'operatore.

#### 4.4 Approvvigionamento – Appalto

La fase di «Approvvigionamento» ha lo scopo di individuare e nominare un appaltatore per l'esecuzione dei lavori di costruzione (Appaltatore dei Lavori), basandosi sui principi sviluppati nella precedente fase di «Progettazione». In questa fase, si procede esclusivamente con la gara. I dati del modello BIM possono supportare tale gara (calcolo di quantità e volumi, chiarimento dell'intento progettuale), ma rappresentano solo un'integrazione alla componente principale della gara: la descrizione dei servizi.

L'approccio descritto illustra uno scenario comune al 2024 per la gara e l'appalto supportati da BIM. In questo scenario, il Progettista determina preliminarmente le quantità e i volumi delle principali voci di servizio sulla base dei modelli disciplinari. Tuttavia, alcune aree della descrizione dei servizi sono gestite in modo convenzionale, poiché non incluse nei modelli disciplinari (ad esempio, barriere al vapore o fasce isolanti perimetrali). Inoltre, una piattaforma collaborativa può fungere da base per la gestione della procedura, rendendo disponibili i dati del modello ai partecipanti per una revisione. La fase si conclude con la nomina dell'Appaltatore dei Lavori e l'accordo su un Piano di Gestione Informativa (pGI) con processi BIM definiti. A seconda delle competenze BIM dell'Appaltatore dei Lavori, la gestione dei servizi potrebbe seguire modalità differenti e richiede una pianificazione adeguata in questa fase.

##### 4.4.1 Valutazione e necessità

Il committente (soggetto proponente) o il BIM Manager (per conto del committente) e il Progettista responsabile identificano i requisiti del progetto per l'affidamento del contratto di costruzione. Si stabiliscono le informazioni che l'Appaltatore dei Lavori dovrà fornire al Progettista e si definiscono i requisiti informativi della commessa. Eventuali specifiche aziendali di portata generale costituiscono la base per la valutazione dei requisiti.

Nell'ambito della gara, l'EIR del Committente descrive i requisiti per una consegna strutturata delle informazioni durante la fase di costruzione, in linea con la strategia informativa adottata. I committenti con esperienza in progetti BIM utilizzano i propri documenti predefiniti su scala aziendale (OIR, PIR, AIR) o un EIR trasversale ai progetti, che stabiliscono il quadro generale per processi uniformi e consegne informative (ad esempio, trasferimento di informazioni sui prodotti dall'Appaltatore dei Lavori al Progettista come parte essenziale della documentazione di costruzione).

In una prima fase, il Progettista e il committente determinano la strategia di gara e l'approvvigionamento più idoneo per il progetto. La complessità e le dimensioni del progetto, le capacità dei potenziali offerenti e gli obiettivi del committente rappresentano criteri decisivi. Successivamente, il committente o il BIM Manager sintetizza questi requisiti in modo specifico per il progetto, fornendo una base per la redazione dell'EIR del Committe.

L'EIR del Committente offre ai partecipanti alla gara (possibili soggetti incaricati) una panoramica su:

- il processo BIM complessivo relativo al progetto,
- la strategia di consegna delle informazioni,
- i loro incarichi e responsabilità nella fase di costruzione,

## 4.4 Approvvigionamento – Appalto

- la piattaforma utilizzata per la consegna delle informazioni e la gestione della gara,
- i requisiti informativi del committente in termini organizzativi, procedurali e documentali,
- l'uso previsto delle informazioni nella fase gestionale,
- il Level of Information Need (LOIN) e la struttura della documentazione di costruzione,
- i criteri di accettazione per ciascun requisito informativo (standard informativi di progetto, metodi e procedure di generazione delle informazioni, utilizzo di informazioni di riferimento o risorse condivise),
- informazioni di supporto (documentazione di progetto, linee guida, riferimenti a standard applicabili),
- scadenze associate alle milestones.

Questa documentazione consente agli offerenti di stimare con precisione l'impegno necessario per partecipare al progetto BIM e integrare tali costi nella loro offerta. Inoltre, gli offerenti possono valutare e successivamente verificare la capacità BIM di eventuali subappaltatori necessari.

Il Progettista prepara le informazioni di riferimento e le risorse condivise da mettere a disposizione degli offerenti (potenziali soggetti incaricati principali) durante il processo di gara. Questi includono:

- la descrizione dei servizi,
- i documenti progettuali derivati dai modelli digitali (progetto costruttivo e dettagliato),
- i modelli base specifici del progetto, utilizzati come:
  - appendice per la gara (chiarimento dell'intento progettuale),
  - base per la preparazione di alternative progettuali da parte dell'offerente,
  - base per completare sezioni pertinenti della descrizione dei servizi.

I documenti compilati sono generalmente resi disponibili nel Common Data Environment (CDE) del progetto. Il BIM Manager, responsabile della piattaforma collaborativa, deve configurare l'accesso per gli offerenti. Il CDE dovrebbe essere predisposto prima della gara per garantire uno scambio sicuro delle informazioni tra le unità organizzative coinvolte.

Per il processo di gara e aggiudicazione, occorre predisporre i seguenti elementi:

- definire eventuali processi predefiniti (workflow),
- personalizzare le strutture di autorizzazione per includere gli offerenti,
- configurare gli accessi utente per gli offerenti,
- predisporre le componenti per eseguire il processo di gara e aggiudicazione,
- effettuare una prova per valutare la funzionalità prevista.

Il risultato è una piattaforma collaborativa configurata e conforme alle specifiche del BEP per i processi di gara. Tuttavia, non sempre la gamma di funzionalità necessarie per la gara e l'appalto è integrata nella piattaforma collaborativa. Negli ultimi anni, sul mercato sono apparse diverse applicazioni web specificamente orientate all'esecuzione di questo caso d'uso.

#### 4.4.2 Preparazione e svolgimento della gara

In un processo di gara e appalto supportato da BIM, il Progettista prepara il pacchetto di gara in collaborazione con il committente o il BIM Manager. Questo pacchetto include tutta la documentazione necessaria e segue specifiche fasi operative:

- determinazione definitiva delle quantità e dei volumi per le principali voci, basandosi sui modelli disciplinari verificati e approvati dal Coordinamento BIM Disciplinare e dal Coordinamento BIM Generale, in conformità alle specifiche del BEP,
- revisione finale dell'EIR del committente (soggetto proponente) per descrivere i requisiti relativi a una consegna strutturata delle informazioni durante la fase di costruzione,
- tempestiva definizione della strategia di consegna delle informazioni con il committente (es. documentazione as-built redatta dal Progettista o dall'Appaltatore dei Lavori),
- coordinamento dei criteri di selezione del miglior offerente, con riferimento alle capacità richieste per la partecipazione dell'Appaltatore dei Lavori al progetto BIM, come la consegna strutturata delle informazioni sui prodotti.

Oltre agli approcci tradizionali, la gara e l'affidamento supportate dal BIM richiedono ulteriori considerazioni:

- definizione dei requisiti di scambio informativo,
- indicazioni sulle risorse e informazioni condivise (es. piattaforme collaborative, piattaforme di approvvigionamento, librerie, specifiche per la documentazione di costruzione),
- elaborazione del piano generale di consegna delle informazioni (MIDP),
- definizione di metodi e procedure per la generazione delle informazioni di progetto,
- criteri opzionali per la valutazione del miglior offerente.

I documenti della gara sono completati e coordinati in conformità con le specifiche rilevanti del BEP. Per identificare il miglior offerente per i lavori di costruzione, si seguono questi passaggi:

1. pubblicazione dell'invito a partecipare alla gara e convocazione dei potenziali offerenti,
2. registrazione degli offerenti interessati e concessione dell'accesso alla piattaforma collaborativa (o a piattaforme di approvvigionamento separate),
3. distribuzione agli offerenti di tutti i documenti di gara rilevanti tramite la piattaforma collaborativa (o piattaforme di approvvigionamento separate). In particolare:
  - a) la descrizione dei servizi,
  - b) i modelli disciplinari rilevanti (idealmente consultabili senza barriere grazie a una funzionalità di visualizzazione integrata e con collegamenti visualizzati alla descrizione dei servizi),
  - c) il piano esecutivo e i piani dettagliati derivati dal modello digitale,
  - d) l'EIR del committente, che descrive la gestione generale del progetto in ottica BIM, i compiti correlati dell'Appaltatore dei Lavori e le sue responsabilità nella fase di costruzione.

#### 4.4 Approvvigionamento – Appalto

##### 4.4.3 Proposta di Gara / Offerta

Gli offerenti (potenziali soggetti incaricati principali) devono preparare l'offerta per i servizi richiesti entro la scadenza stabilita e caricarla sulla piattaforma collaborativa. Le seguenti attività devono essere svolte:

- Nomina di una figura responsabile e competente all'interno della propria struttura organizzativa BIM per svolgere la funzione di gestione delle informazioni in conformità all'EIR del committente. In alternativa, tale ruolo può essere affidato a subappaltatori (gruppo incaricato), ma è obbligatorio fornire evidenza del perimetro esatto dei servizi e delle competenze di questi ultimi al Progettista e al BIM Management (controllo) o al committente.
- Definizione del BEP preliminare (pre-appointment BEP) del gruppo di consegna delle informazioni, da intendersi come proposta formale di implementazione, con indicazione dei seguenti aspetti:
  - qualifiche,
  - strategia di consegna delle informazioni,
  - strategia di federazione,
  - matrice delle responsabilità delle unità organizzative BIM (ruoli),
  - eventuali integrazioni o modifiche ai processi di generazione delle informazioni di commessa,
  - elenco dei software, hardware e infrastrutture IT che si prevede di utilizzare.
- Aggregazione delle valutazioni relative alla capacità e alla competenza dell'Appaltatore dei Lavori.
- Redazione di un cronoprogramma per gli Appaltatori dei Lavori.
- Creazione di un registro dei rischi del gruppo di consegna dell'Appaltatore dei Lavori.

Infine, viene predisposta l'offerta del gruppo di consegna dell'Appaltatore dei Lavori, che deve includere:

- la proposta tecnico economica in conformità con la descrizione dei servizi,
- il BEP preliminare del gruppo di consegna delle informazioni,
- una sintesi della valutazione di capacità e competenze,
- il cronoprogramma,
- la valutazione dei rischi relativi alla consegna delle informazioni.

Questa documentazione consente di presentare un'offerta completa, che dimostri non solo la conformità ai requisiti tecnici e informativi, ma anche l'idoneità organizzativa e operativa del gruppo incaricato alla gestione del progetto in ambiente BIM.

##### 4.4.4 Aggiudicazione e Nomina del Soggetto Incaricato

Il soggetto incaricato della progettazione analizza le offerte sulla piattaforma collaborativa, creando un elenco comparativo dei prezzi per un confronto qualificato dei dati forniti dai concorrenti. Questo strumento rappresenta la base per la preparazione delle negoziazioni, seguendo i passaggi chiave previsti in uno scenario di affidamento abilitato dal BIM.

In primo luogo, il BIM Management (controllo) verifica e fornisce consulenza al committente o al BIM Management (committente) riguardo al BEP preliminare di ciascun offerente. Successivamente, valuta la capacità BIM dei partecipanti e redige un riepilogo destinato al committente. Sulla base di queste valutazioni, il committente o

il BIM Management (committente) definisce o adatta la strategia di consegna delle informazioni per la fase di costruzione.

Le negoziazioni vengono quindi condotte con il miglior offerente o con i successivi classificati, prevedendo eventuali revisioni delle offerte sulla piattaforma collaborativa. In caso di negoziazioni infruttuose, il bando può essere modificato includendo nuovi criteri o requisiti. I criteri per identificare il miglior offerente considerano aspetti progettuali, il contesto di mercato e le prestazioni BIM delle unità organizzative coinvolte.

#### **Strategia di Consegna delle Informazioni**

Già durante la fase di gara, il committente, il BIM Management (committente) e il BIM Management (controllo) devono sviluppare una strategia per la consegna delle informazioni relative alla documentazione as-built e alle verifiche normative. I risultati di questa pianificazione sono documentati negli Exchange Information Requirements (EIR) del committente, e possono includere due approcci principali:

- Consegna delle informazioni da parte del soggetto incaricato della progettazione.
- Consegna delle informazioni da parte del soggetto incaricato della costruzione.

A seconda della strategia di consegna delle informazioni scelta, i passaggi successivi e le procedure per i soggetti incaricati possono variare. Inoltre, la situazione contrattuale tra il committente e il soggetto incaricato della progettazione o il soggetto incaricato della costruzione influisce sulla scelta della strategia di consegna delle informazioni.

#### **Consegna delle Informazioni da parte del Soggetto Incaricato della Progettazione**

In questo approccio, il soggetto incaricato della progettazione è responsabile della documentazione as-built e delle verifiche normative, seguendo la costruzione come parte della supervisione del cantiere. Questo metodo consente di affidare incarichi a soggetti incaricati della costruzione con limitate capacità BIM, mantenendo invariata la matrice delle responsabilità e la definizione dei ruoli nella struttura organizzativa BIM del progettista.

Il BIM Management (committente) e il BIM Management (controllo) discutono la strategia con il soggetto incaricato della costruzione, chiarendo requisiti e processi. I dettagli aggiornati vengono inclusi nel BEP, che diventa il riferimento procedurale concordato per l'esecuzione della costruzione.

Talvolta, può essere adottata una strategia mista essere adottata: per esempio, il modello architettonico rimane sotto la responsabilità del progettista, mentre il modello degli impianti passa al soggetto incaricato della costruzione. Tuttavia, il trasferimento di modelli tra software BIM diversi può risultare oneroso. È essenziale che le decisioni siano basate su un'analisi dei costi totali rispetto al valore generato, tenendo in considerazione risparmi a lungo termine nella fase gestionale del ciclo di vita.

## 4.4 Approvvigionamento – Appalto

**Consegna delle Informazioni da parte del Soggetto Incaricato della Costruzione**

Questa strategia di consegna delle informazioni assegna al soggetto incaricato della costruzione sia la responsabilità di creare i modelli digitali disciplinari, sia il ruolo di coordinamento BIM generale. Durante la fase di assemblaggio e di pianificazione operativa, che corrisponde alla pianificazione esecutiva e di dettaglio, il coordinamento BIM generale del costruttore si occupa di ulteriori attività di verifica e coordinamento dei modelli, soprattutto in caso di modifiche o variazioni rispetto al progetto originale. L'autorizzazione per procedere con la pianificazione esecutiva e di dettaglio viene concessa dal coordinatore BIM disciplinare del progettista, in collaborazione con il BIM Management (controllo) e il committente.

Una volta assegnato il contratto, il BIM Management (committente) e il BIM Management (controllo) elaborano insieme al soggetto incaricato della costruzione la strategia progettuale e gli Exchange Information Requirements (EIR). I principi sviluppati (documenti di implementazione BIM, specifiche di servizio, EIR del committente) vengono forniti al soggetto incaricato della costruzione e spiegati in dettaglio. Questo passaggio è fondamentale per chiarire tutte le interdipendenze e i requisiti, raggiungendo un accordo reciproco e garantendo una visione coerente dei requisiti di progetto per tutto il team. Inoltre, il soggetto incaricato della costruzione deve nominare i responsabili della consegna delle informazioni e definire i ruoli BIM necessarie.

Successivamente, si tiene l'incontro di revisione BIM, durante il quale il soggetto incaricato della costruzione specifica come e in quali fasi saranno implementate le specifiche del committente riportate negli EIR. Questo processo è moderato dal BIM Management (controllo), mentre il soggetto incaricato della costruzione fornisce i contenuti rilevanti. I risultati dell'incontro confluiscono in un aggiornamento del BEP, elaborato dal Coordinamento BIM generale del soggetto incaricato della costruzione. In questo modo, si definisce una procedura concordata che tiene conto delle effettive capacità del personale del soggetto incaricato e delle applicazioni software BIM in uso. Questa procedura rispetta le specifiche generali predefinite, che includono i requisiti informativi dell'organizzazione (OIR), i requisiti informativi della commessa (PIR), i requisiti informativi del cespite immobile (AIR) e gli EIR definiti a livello di progetto.

Con il trasferimento della responsabilità per i modelli digitali dal progettista al soggetto incaricato della costruzione, diventa essenziale regolamentare il modello informativo della commessa (PIM). Per questo motivo, successivamente si tiene l'incontro di revisione dei modelli, presieduto dal BIM Management (controllo). Durante questo incontro vengono valutate le specifiche per l'implementazione del progetto basata su modelli, in conformità con il BEP del soggetto incaricato. L'obiettivo è garantire che il soggetto incaricato della costruzione sia in grado di svolgere i compiti di aggiornamento dei modelli previsti, utilizzando i software BIM appropriati e raggiungendo la qualità richiesta.

Il soggetto incaricato della costruzione deve inoltre dimostrare di aver completato con successo casi d'uso rilevanti e di aver implementato le specifiche indicate nel BEP. Questo include il trasferimento nativo dei dati del modello nel proprio software BIM e la conferma che tali dati possano essere ulteriormente elaborati. Questi passaggi devono essere completati prima dell'inizio della costruzione per garantire la piena fattibilità operativa.

## 4 BIM project implementation

### 4.4 Approvvigionamento – Appalto

Una volta testate con successo le metodologie e le procedure per la generazione delle informazioni, il soggetto incaricato della costruzione può partecipare al progetto BIM dalla fase di preparazione della costruzione o pianificazione fino al completamento della costruzione e alla consegna. In questo modo, il soggetto incaricato può continuare a utilizzare e aggiornare le informazioni BIM esistenti, fornendo le informazioni richieste in modo strutturato. L'intero team di progetto può collaborare senza interruzioni, dall'ambito progettuale a quello costruttivo.

Sulla base del BEP, il soggetto incaricato della costruzione deve inoltre predisporre gli EIR per ciascun soggetto incaricato secondario (unità sub-organizzative), garantendo che i requisiti informativi, il livello di dettaglio, la qualità richiesta e le scadenze concordate siano rispettati. Inoltre, deve elaborare un task information delivery plan (TIDP) in collaborazione con i subappaltatori, consolidandolo in un master information delivery plan (MIDP). Quest'ultimo deve essere gestito tramite un controllo delle modifiche durante l'intera fase di costruzione, assicurando coerenza e tracciabilità rispetto agli obiettivi e ai requisiti del progetto.

I soggetti incaricati includono, ad esempio, subappaltatori o fornitori di materiali e prodotti per l'edilizia che forniscono informazioni digitali sui prodotti, in conformità con la norma ISO 23386.

## 4.5 Costruzione

La fase di «Costruzione» è dedicata alla realizzazione del progetto da parte del soggetto incaricato della costruzione, selezionato nella fase precedente. Questa fase si basa sui principi e sulle fondamenta sviluppati durante la fase di «Progettazione».

### 4.5.1 Esecuzione cronoprogrammazione basata su modelli

La realizzazione della pianificazione della costruzione basata su modelli (BIM 4D) si concentra principalmente sulla documentazione del progetto e serve a mappare il processo di costruzione pianificato o già avvenuto. A tal fine, le proprietà necessarie vengono coordinate con il soggetto incaricato della costruzione e inserite e aggiornate nel modello dalle rispettive discipline. A seconda della strategia di consegna delle informazioni utilizzata, le proprietà vengono aggiornate dal soggetto incaricato della progettazione utilizzando le informazioni fornite dal soggetto incaricato della costruzione, o direttamente da quest'ultimo. Se i modelli disciplinari vengono utilizzati per gli stati d'avanzamento lavori, devono essere verificati dalla direzione lavori «digitale» per garantire che corrispondano allo stato effettivo.

Per eseguire la progettazione 4D BIM, è necessaria una struttura del modello che corrisponda ai cicli del processo di costruzione, come ad esempio i volumi di getto.

### Requisiti

La pianificazione della costruzione basata su modelli viene eseguita con le seguenti regole:

- Deve essere fornito l'accesso alla piattaforma di collaborazione per il soggetto incaricato della costruzione e la supervisione locale del cantiere. Se la consegna delle informazioni è affidata al soggetto incaricato della progettazione, è necessario anche l'accesso per quest'ultimo.
- Tutte le modifiche e varianti devono essere aggiornate nel rispettivo modello disciplinare dalle figure BIM responsabili.
- Consegna dei modelli disciplinari aggiornati e verificati dalle figure BIM responsabili sulla piattaforma di collaborazione.
- Il soggetto incaricato della costruzione fornisce i programmi di costruzione.

### Realizzazione

Il collegamento dei modelli disciplinari al cronoprogramma viene effettuato dalle figure BIM responsabili, con verifica dell'avanzamento della costruzione da parte della supervisione locale del cantiere.

### Risultato

- Rappresentazione visiva del cronoprogramma basato su modello.
- Rappresentazione visiva dell'avanzamento della costruzione basato su modello.
- SAL intermedi verificati per le lavorazioni.

### 4.5.2 Esecuzione della pianificazione di montaggio e lavoro

Il Costruttore esegue la pianificazione, che serve come base per la realizzazione dei componenti e degli elementi costruttivi. Il Costruttore coordina l'uso dei materiali

## 4 BIM project implementation

### 4.5 Costruzione

edilizi previsti in conformità con le specifiche fornite dal Progettista. La pianificazione è sempre eseguita utilizzando modelli disciplinari e disegni dettagliati basati su 2D. La pianificazione descrive in dettaglio come deve essere eseguita la costruzione con i materiali edilizi previsti per tutte le lavorazioni del Costruttore. L'interazione tra il modello disciplinare completamente coordinato e ottimizzato del Progettista e la pianificazione del Costruttore è definita nel BEP, a seconda della strategia di consegna delle informazioni.

Se la documentazione «as-built» viene fornita dal Progettista, la titolarità del mantenimento dei modelli disciplinari rimane sotto la responsabilità della coordinamento BIM del Progettista. Idealmente, il Costruttore fornisce al Progettista la pianificazione sotto forma di modelli disciplinari o, in alternativa, come disegni 2D. I documenti forniti sono esaminati dalla dal coordinamento BIM del progettista e trasferiti nel modello disciplinare. Il modello informativo viene poi verificato internamente secondo le modalità e le procedure per la generazione delle informazioni definite nel BEP. Se la revisione è positiva, il modello disciplinare viene inviato al coordinamento BIM (nella disciplina del progettista) per il coordinamento e revisione con il modello di coordinamento. Una volta approvato e autorizzato dalla coordinamento BIM e dalla coordinamento BIM complessiva, rispettivamente, il BIM Management (controllo) deve dare l'approvazione finale per l'esecuzione in consultazione con il committente.

Se la consegna delle informazioni per la documentazione «as-built» è eseguita dal Costruttore, ciascun soggetto incaricato (unità sub-organizzativa) crea un modello disciplinare per la pianificazione secondo piano generale di consegna delle informazioni del gruppo incaricato (TIDP) definito. Oltre ai modelli disciplinari, vengono materiali e collegati nel modello digitale disegni dettagliati tradizionali per una migliore comprensione. L'autore della pianificazione esegue un controllo di qualità del modello digitale secondo il BEP prima di consegnare i documenti. Se il controllo ha esito positivo, il modello disciplinare viene reso disponibile sulla piattaforma di collaborazione per la revisione e l'approvazione da parte della coordinamento BIM complessiva del Costruttore. Una volta che i modelli disciplinari della pianificazione sono stati verificati con successo nel contesto del modello di coordinamento federato dalla coordinamento BIM complessiva del Costruttore, vengono valutati, approvati e autorizzati dalla coordinamento BIM del Progettista. L'approvazione finale per l'esecuzione è data dal committente se la revisione è positiva.

In generale, bisogna garantire in anticipo che le specifiche del modello progettuale non vengano superate nella pianificazione. Questo avviene durante il processo di gara e affidamento tramite vincoli opportunamente formulati nei contratti di gara. La qualità completamente coordinata e ottimizzata del modello disciplinare del Progettista deve essere mantenuta. Se il Costruttore apporta modifiche che richiedono una riorganizzazione del progetto, è importante verificare che queste modifiche producano un beneficio complessivo, migliorando il valore finale del progetto. Allo stesso tempo, bisogna valutare con attenzione anche l'impegno necessario per aggiornare il modello digitale, considerando il tempo e le risorse richieste per integrare correttamente le modifiche.

La cornoprogrammazione e l'assemblaggio si basano sulle seguenti regole:

- Deve essere fornito l'accesso alla piattaforma di collaborazione per il Costruttore,

## 4.5 Costruzione

- La progettazione esecutiva e di dettaglio realizzata dal Progettista deve essere messa a disposizione sulla piattaforma di collaborazione, così da garantire l'accesso e la condivisione delle informazioni tra tutti gli attori coinvolti nel progetto,
- La progettazione dettagliata eseguita dal Progettista deve essere collegata agli elementi costruttivi del modello digitale (tramite commenti BCF o un file BCF),
- Il Costruttore deve consegnare i documenti rilevanti della pianificazione in formato digitale sulla piattaforma di collaborazione, e
- L'approvazione della pianificazione in formato digitale sulla piattaforma di collaborazione da parte del coordinamento BIM del Progettista e del BIM Management (controllo) o del committente.

La strategia di consegna della documentazione as-built prevede che, se i modelli digitali del Progettista devono essere rivisti a causa di informazioni incomplete o errate fornite dal Costruttore, i costi aggiuntivi del Progettista devono essere registrati e detratti dal compenso del Costruttore. Ogni modifica al progetto, indipendentemente dalla causa, deve essere comunicata al coordinamento BIM del progettista e integrata nei modelli digitali solo dopo l'approvazione del BIM Management (controllo). La trasmissione delle modifiche deve avvenire a intervalli regolari, stabiliti di comune accordo tra il Progettista e la direzione lavori del cantiere. In ogni caso, tutte le modifiche devono essere inviate tramite il modello digitale, utilizzando commenti BCF o file BCF per assicurare una corretta documentazione e comunicazione.

**Implementazione**

Le seguenti specifiche si applicano alla cronoprogrammazione e l'assemblaggio e l'esecuzione del lavoro:

- Il Progettista fornisce le informazioni relative all'esecuzione e alla progettazione dettagliata (costituite da modelli digitali, disegni, dettagli) sulla piattaforma di collaborazione.
- Sulla base di queste informazioni, il Costruttore esegue la pianificazione convenzionale (modelli digitali inclusi i dettagli esecutivi corrispondenti, selezione dei materiali, ecc.) includendo i documenti necessari.
- Il Costruttore fornisce la pianificazione (modelli digitali e documenti associati) sulla piattaforma di collaborazione.
- Il Costruttore collega le informazioni di progettazione dettagliata (dalla pianificazione) sulla piattaforma di collaborazione con i modelli digitali del Progettista tramite commenti BCF o un file BCF.
- La coordinamento BIM disciplinare responsabile del Progettista confronta la progettazione esecutiva di dettaglio con la pianificazione del Costruttore. Se vengono individuate differenze (posizione, dimensione, specifica), gli effetti sui dati di progettazione esistenti devono essere verificati dal Progettista.
- Il Progettista coordina con la direzione lavori e la BIM Management (controllo) per determinare come procedere con eventuali modifiche. Se necessario, il Costruttore modifica la pianificazione.
- La coordinamento BIM disciplinare responsabile verifica e approva i documenti forniti dai pianificatori del Costruttore e informa la BIM Management (controllo) e il committente.
- L'approvazione finale per l'esecuzione viene rilasciata dal committente dopo un controllo positivo.

#### Risultato

I seguenti risultati devono essere materiali durante la pianificazione:

- Pianificazione approvata del Costruttore, che è stata integrata nella progettazione esecutiva di dettaglio del Progettista,
- Pianificazione approvata del Costruttore, che può essere utilizzata come base per la costruzione,
- Tutti i documenti della pianificazione del Costruttore sono disponibili in formato digitale sulla piattaforma di collaborazione, e
- La progettazione di dettaglio del Costruttore è collegata agli elementi costruttivi corrispondenti nei modelli digitali del Progettista tramite BCF.

#### 4.5.3 Produzione della documentazione as-built durante la costruzione

Il gruppo di rilievo e i modellatori BIM responsabili del modello informativo del cespite immobile si occupano della documentazione as-built durante la fase di costruzione, garantendo che il processo costruttivo sia conforme alle specifiche di progettazione (a livello di pianificazione). Vengono utilizzati laser scanner per registrare le fasi di costruzione rispettive. I punti ottenuti tramite la scansione vengono poi confrontati automaticamente con i modelli informativi del cespite immobile, permettendo di identificare eventuali differenze, che vengono quindi coordinate e documentate nel modello informativo del cespite immobile. Le specifiche pertinenti per l'implementazione e le responsabilità associate sono definite nel piano di gestione informativa. Il risultato finale è una documentazione completa dello stato as-built sotto forma di modelli informativi del cespite immobile aggiornati.

#### Requisiti

La documentazione as-built basata su modello è realizzata seguendo le seguenti regole:

- L'accesso alla piattaforma di collaborazione deve essere concesso al gruppo di rilievo.
- Il gruppo di rilievo riceverà formazione sull'uso della piattaforma di collaborazione, se necessario.
- I modelli informativi del cespite immobile rappresentano la base dati (stato di progetto).
- La registrazione dello stato del costruito (stato di fatto) deve essere effettuata dal personale qualificato del gruppo di rilievo tramite scanner laser, come descritto di seguito.
- La direzione lavori deve comunicare tempestivamente al gruppo di rilievo le date di completamento.
- Il Costruttore garantisce l'ispezionabilità delle opere completate alla data di completamento.
- La registrazione dello stato di costruzione (stato di fatto) deve essere effettuata nelle seguenti fasi di costruzione. I tempi esatti di esecuzione devono essere determinati dalla direzione lavori in collaborazione con il Costruttore:
  - completamento della struttura (piano per piano),
  - completamento degli impianti MEP/collettori (piano per piano),
  - completamento della finitura/costruzione delle pareti secche (piano per piano, pareti con rivestimento monolaterale),

## 4.5 Costruzione

- completamento degli impianti MEP-V (piano per piano, linee principali / centrali di controllo / collettori),
  - completamento degli impianti MEP-E (piano per piano, linee principali / centrali di controllo / collettori),
  - completamento degli impianti MEP-S (piano per piano, linee principali / centrali di controllo / collettori),
  - completamento dell'edificio e dell'esterno (nel loro complesso).
- I risultati del rilievo devono essere forniti tramite la piattaforma di collaborazione.

**Implementazione**

Le seguenti linee guida si applicano all'implementazione della documentazione as-built:

- Il Costruttore deve informare la direzione lavori riguardo alle prossime scadenze.
- Il Costruttore deve coordinare le date per la registrazione dello stato di costruzione (stato di fatto) con la direzione lavori.
- La direzione lavori comunica le date di rilievo per la registrazione dello stato di costruzione (stato di fatto).
- Il Costruttore prepara la sezione completata (piano per piano) per il periodo di registrazione e garantisce l'ispezionabilità (ad esempio, rimozione dei materiali di stoccaggio, impalcature, ecc.).
- Il gruppo di rilievo effettua la registrazione dello stato di costruzione (stato di fatto) nella data programmata.
- Il gruppo di rilievo comunica il completamento della registrazione dello stato di costruzione (stato di fatto) al Costruttore e alla direzione lavori.
- Il gruppo di rilievo fornisce i risultati alla BIM Overall Coordination.
- La BIM Overall Coordination confronta la nuvola di punti (stato di fatto) con i modelli digitali (stato di progetto) e, se necessario, identifica le variazioni di posizioni e dimensioni oltre le tolleranze di costruzione contrattualmente specificate (secondo la descrizione del servizio).
- In caso di varianti, la direzione lavori, la coordinamento BIM disciplinare responsabile e la BIM Management (controllo) saranno informati.
- Il committente decide, in consultazione con la BIM Management (controllo) o la direzione lavori, se:
  - il Costruttore deve correggere le varianti (demolizione o nuova costruzione),  
o
  - è necessario un pronto adeguamento della progettazione esecutiva di dettaglio (costituita da modelli digitali, disegni e, se necessario, anche dettagli) da parte del modellatore BIM responsabile del rispettivo modello disciplinare, a spese dell'autore.

**Risultato**

I seguenti risultati devono essere ottenuti durante la creazione della documentazione as-built:

- documentazione delle rispettive fasi di costruzione tramite i dati del rilievo (secondo la specifica per i dati dell'edificio esistente), e
- documentazione dello stato d'avanzamento tramite aggiornamenti alla progettazione esecutiva e di dettaglio (costituita da modelli disciplinari, planimetrie, dettagli costruttivi associati).

#### 4.5.4 Sviluppo della documentazione dei materiali basata sul modello

A seconda della strategia di consegna delle informazioni, è il Progettista o l'Appaltatore delle Costruzioni che prepara la documentazione del prodotto basata sul modello, in cui i materiali installati vengono documentati per la messa in servizio e la successiva gestione operativa. I modelli disciplinari aggiornati durante la creazione della documentazione as-built servono come base. Su questi modelli vengono raccolte le specifiche dei materiali ed eseguiti controlli casuali per verificarne la conformità con la costruzione effettivamente realizzata. Le specifiche del prodotto nel modello disciplinare vengono mantenute dal Progettista o dall'Appaltatore delle Costruzioni in base alla strategia di consegna delle informazioni. Le specifiche richieste per la gestione operativa (manutenzione, verifiche, garanzia, ecc.) vengono inserite nel modello disciplinare e i relativi documenti (approvazioni tecniche, istruzioni, ecc.) vengono raccolti in modo strutturato. Questi documenti sono archiviati in modo strutturato sulla piattaforma di collaborazione e collegati al modello disciplinare. Le specifiche rilevanti per l'implementazione e le responsabilità associate sono definite nel piano di Gestione Informativa (pGI).

Il risultato è una documentazione completa del prodotto dello stato as-built contenuta nei modelli disciplinari aggiornati e nei documenti collegati.

#### Implementazione

Le seguenti linee guida si applicano all'implementazione della documentazione finale:

- Il BIM Management (controllo) fornisce modelli (che non possono essere modificati dal soggetto incaricato per la costruzione) per il trasferimento delle informazioni sui materiali. Il contenuto delle tabelle delle informazioni sui materiali si riferisce agli elementi (e al loro identificatore unico: GUID) nei modelli disciplinari.
- L'Appaltatore delle Costruzioni fornisce scheda di approvazione dei materiali (basata sul modello del Progettista) durante la pianificazione.
- Il Committente / Progettista / direzione lavori verifica l'equivalenza e approva la scheda del materiale, se necessario.
- L'Appaltatore delle Costruzioni deve trasmettere al Progettista le informazioni sui materiali in un formato strutturato, seguendo i modelli di trasferimento delle informazioni forniti dal BIM Management (controllo). Questo trasferimento può avvenire sotto forma di un foglio Excel o tramite un database.
- La direzione lavori verifica i materiali all'interno della struttura completata in modo dettagliato e rilascia l'approvazione, se necessario.
- L'autore responsabile trasferisce le informazioni sui materiali nel proprio modello disciplinare.

#### Risultato

I seguenti risultati devono essere ottenuti durante la documentazione dei materiali:

- modelli disciplinari aggiornati (con dettagli relativi a manutenzione, verifiche, garanzia, ecc.), e
- archiviazione dei documenti associati (approvazioni tecniche, istruzioni, ecc.) raccolti in modo strutturato e collegati al modello disciplinare.

## 4.5 Costruzione

**4.5.5 Compilazione e consegna della documentazione di costruzione**

Questa attività viene svolta dai modellatori BIM responsabili dei modelli disciplinari non appena la costruzione è completata. Serve a revisionare e riassumere i passaggi eseguiti durante la creazione della documentazione as-built e dei materiali. Le specifiche pertinenti all'implementazione e le relative responsabilità sono definite nel BEP.

Il risultato è una documentazione completa e verificata della struttura così com'è costruita, contenuta nel modello disciplinare aggiornato e nella documentazione tecnica, adatta per essere trasferita alla gestione operativa. In questo contesto, è necessario che la consegna della documentazione finale per il passaggio della costruzione sia completa e senza errori. Quando vengono forniti i modelli disciplinari associati (file IFC), si applicano anche i seguenti criteri:

- La specifica riguardante il livello di dettaglio dei modelli disciplinari deve corrispondere a quanto definito nel BEP / EIR.
- La completa e corretta conformità alle specifiche relative al livello di dettaglio dei modelli disciplinari deve essere comprovata tramite un report di controllo.
- Tutti i documenti di progetto forniti oltre al modello devono essere derivati dai rispettivi modelli disciplinari.
- Tutte le informazioni supplementari o più dettagliate (ad esempio, disegni di dettaglio) vengono inserite nel modello disciplinare dall'autore responsabile tramite i commenti BCF.

Le informazioni da consegnare comprendono:

- La directory contenente il file di riepilogo.
- La documentazione dei software utilizzati per la modellazione e il CAD, comprensiva di eventuali estensioni, plugin o componenti aggiuntivi, per garantire la possibilità di riprodurre l'ambiente di lavoro originale.
- Il modello disciplinare architettonico, sia nel formato nativo sia come file IFC, con i relativi modelli disciplinari di riferimento in formato IFC.
- Tutti gli altri modelli disciplinari, disponibili sia nel formato nativo sia come file IFC.
- Gli ultimi report di controllo aggiornati, forniti in formato PDF e BCF.
- Elenco dei locali e delle installazioni tecniche in formato Excel (XLS).
- L'elenco dei componenti SAP di tutti gli impianti rilevanti per la manutenzione e la verifica, anch'esso in formato Excel (XLS).
- La documentazione as-built, inclusi i file point cloud (E57) e le immagini panoramiche (TIFF).

**Risultato**

Durante la creazione della documentazione finale devono essere materiali i seguenti risultati:

- documentazione dello stato di costruzione mediante informazioni di pianificazione esecutiva di dettaglio aggiornate (costituite da modelli digitali, disegni, dettagli), comprese tutte le informazioni sui materiali rilevanti. Il committente riceve una documentazione completa della struttura. Sulla base di questa documentazione, l'operatore futuro può integrare la propria gestione tecnica e commerciale.

## 4 BIM project implementation

### 4.5 Costruzione



## Elenco degli standard rilevanti per il BIM

- EN 15643-3:2012** «Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Part 3: Framework for the assessment of social performance»
- EN 16310:2013** «Engineering services – Terminology to describe engineering services for buildings, infrastructure and industrial facilities»
- EN ISO 7817-1:2024** «Building Information Modelling – Level of Information Need – Part 1: Concepts and principles»
- ISO 10303-11:2004** «Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual»
- ISO 10303-21:2016** «Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 21: Implementation methods: Clear text encoding of the exchange structure»
- ISO 10303-22:1998** «Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 22: Implementation methods: Standard data access interface»
- ISO 10303-28:2007** «Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 28: Implementation methods: XML representations of EXPRESS schemas and data, using XML schemas»
- ISO 12006-2:2020** «Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification»
- ISO 12006-3:2022** «Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information»
- ISO 12911:2023** «Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM – Framework for specification of BIM implementation»
- ISO 16739-1:2024** «Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema»
- ISO 19148:2021** «Geographic information – Linear referencing»
- ISO 19650-1:2018** «Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles»
- ISO 19650-2:2018** «Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of the assets»
- ISO 19650-3:2020** «Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 3: Operational phase of the assets»
- ISO 19650-4:2022** «Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 4: Information exchange»

- ISO 19650-5:2020** «Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 5: Security-minded approach to information management»
- ISO/DIS 19650-6:2023-11 (Draft)** «Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 6: Health and safety information»
- ISO 22057:2022** «Sustainability in buildings and civil engineering works – Data templates for the use of environmental product declarations (EPDs) for construction products in building information modelling (BIM)»
- ISO 23386:2020** «Building information modelling and other digital processes used in construction – Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected data dictionaries»
- ISO 23387:2020** «Building information modelling (BIM) – Data templates for construction objects used in the life cycle of built assets – Concepts and principles»
- ISO 29481-1:2016** «Building information models – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format»
- ISO 29481-2:2012** «Building information models – Information delivery manual – Part 2: Interaction framework»
- UNI 11337-1:2017** «Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni – Parte 1: Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi»
- UNI/TR 11337-2:2021** «Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni – Parte 2: Flussi informativi e processi decisionali nella gestione delle informazioni da parte della committenza»
- UNI/TS 11337-3:2015** «Edilizia e opere di ingegneria civile – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – Parte 3: Modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell’informazione tecnica per i prodotti da costruzione»
- UNI 11337-4:2017** «Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni – Parte 4: Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti»
- UNI 11337-5:2015** «Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni – Parte 5: Flussi informativi nei processi digitalizzati»
- UNI/TR 11337-6:2017** «Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni – Parte 6: Linea guida per la redazione del capitolato informativo»
- UNI 11337-7:2018** «Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni – Parte 7: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza delle figure coinvolte nella gestione e nella modellazione informativa»

Con il programma di «Certificazione professionale» («Foundation» e «Practitioner»), buildingSMART offre uno standard di qualità comparabile a livello internazionale per la certificazione delle conoscenze openBIM. BIMcert fornisce la formazione per questa certificazione. La formazione «Practitioner» riguarda il coordinamento openBIM e la gestione openBIM. Questo libro è dedicato alla formazione funzionale di openBIM e descrive tutte le aree tematiche per questi livelli. Inizia con una panoramica delle basi della digitalizzazione e dei termini più importanti di openBIM. Questo costituisce la base per la formazione «Foundation».

Gli interessati alla teoria e i professionisti BIM riceveranno quindi una visione compatta e approfondita della standardizzazione openBIM, IFC, MVD, BCF, CDE, LOIN, IDS, bSDD e UCM. Armati di queste conoscenze, i professionisti BIM troveranno le necessarie conoscenze funzionali nel capitolo «Implementazione di progetti BIM», per poi essere formati a livello di «Practitioner» nel coordinamento openBIM e nella gestione openBIM.

  
MIRONDE

ISBN 978-3-96063-056-2

9 783960 630562

