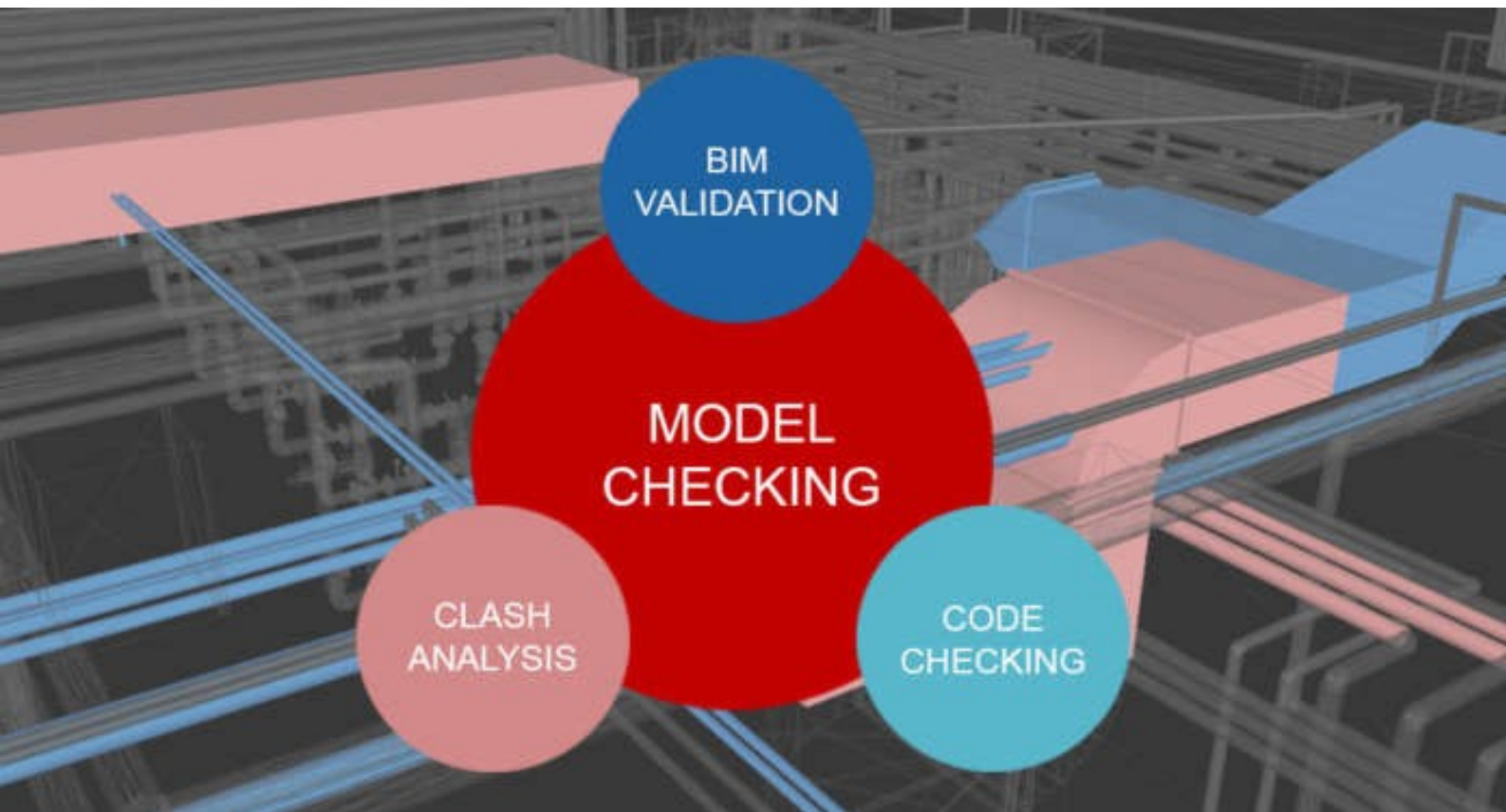


# Il Model Cheking

## BIM Validation, Clash Detection, Code Checking

Verifiche digitali dei progetti BIM

e gestione della qualità dei modelli us-built per il FM



*Ufficio BIM*

*Settore Lavori Pubblici*

*Redatto da:*

*Visto:*

*BIM Coordinator Prog,PNRR*

*Il Capo Settore*

*-Ing.arch. Pietro Farinati*

*-Ing.Matteo Banfi*

*Revisione del*

*15/05/2023*

# INDICE

Premessa

Introduzione

Capitolo 1: La Normativa

1.1 Quadro generale

1.2 La normativa cogente: il D.Lgs.36/2023

1.3 La normativa volontaria: la UNI 11337

1.3.1 UNI 11337-parte 5 (livelli di coordinamento e verifiche)

1.3.2 UNI 11337-parte 7 (conoscenze, abilità e competenze del BIM Coordinator)

Capitolo 2: Gli strumenti operativi

2.1 Check list per l'approvazione di un progetto in BIM

2.2 Model Checking

2.3 BIM Validation

2.4 Clash Detection

2.5 Code Checking

2.6 Model Cheking e Virtual Prototyping

2.7 Conclusione e futuri sviluppi

Capitolo 3: Esempio di procedura di validazione digitale di un edificio progettato in BIM

(Da sviluppare con i progetti pilota del PNRR)

Capitolo 4: Gestione della qualità dei modelli as-built e i requisiti O&M per la qualità del FM-BIM

(Da sviluppare con i progetti pilota del PNRR)

Capitolo 5: Casi di studio di gestione della qualità BIM

(Da sviluppare con i progetti pilota del PNRR)

Fonti

Sitografia

Bibliografia

## **Premessa**

A seguito delle disposizioni della normativa cogente D.Lgs.50/2016, D.M. 560/2017 e s.m.i. e del D.Lgs. 36/2023, il Comune di Padova ha istituito in pianta organica un apposito Ufficio BIM che, relazionandosi con gli Uffici SIT, Gare e Appalti, Risorse Umane e Patrimonio, si occupa della realizzazione dei progetti e delle opere pubbliche secondo le norme ISO 19650, CEN 442 e UNI 11337. Attualmente l'Ufficio BIM ha redatto, a servizio dei tecnici interni ed esterni, le seguenti Linee Guida sperimentali, che subiranno ulteriori revisioni a seguito dell'esperienza maturata con la realizzazione dei progetti pilota in BIM finanziati da PNRR:

1. Linee Guida per l'implementazione della digitalizzazione delle opere pubbliche nel Comune di Padova (Ufficio BIM) e Capitolato Informativo Tipo con Specifiche Tecniche (struttura di processo per la consegna della componente virtuale dell'opera pubblica (Digital Model)-anno 2021;
2. Introduzione ad InfraBIM, il BIM per le Infrastrutture Sostenibili-anno 2021;
3. Linee Guida Processo BIM Corporate. Workflow Operative BIM- anno 2022;
4. Linee Guida per la produzione Informativa BIM. Method Statement Process Contractors Guidelines AIR+EIR – anno 2022;
5. Specifiche Metodologiche per affidamento Servizi/Lavori assimilabili al Capitolato Informativo- anno 2022;
6. Specifica Operativa. Template Offerta di Gestione Informativa- anno 2022;
7. Progetto per l'implementazione della digitalizzazione dei lavori pubblici nel Comune di Padova- anno 2023;

Questo manuale, è un ulteriore contributo dell'Ufficio BIM, a servizio dei RUP e dei tecnici interni ed esterni che si trovano ad affrontare per la prima volta le verifiche/validazioni digitali, secondo la metodologia BIM.

## **Introduzione**

Negli ultimi anni il settore delle costruzioni, e in particolare il settore pubblico, ha iniziato ad adottare strategie innovative per ridurre i costi e, nello stesso tempo, aumentare le prestazioni. Il successo di un progetto è strettamente connesso alle modalità di gestione di un'enorme mole di informazioni da condividere tra i molteplici attori coinvolti nel processo, e trasversalmente nelle diverse fasi del ciclo di vita di un'opera. Accuratezza e puntualità nello scambio di tali dati, tuttavia, non sono caratteristiche costanti dei processi progettuali e costruttivi tradizionali, spesso caratterizzati da perdita di informazioni all'interfaccia tra le fasi costituenti che ne richiede necessariamente una nuova acquisizione e rielaborazioni, le quali si ripercuotono su tempi, costi e qualità del prodotto finito. Non c'è quindi da stupirsi se il Building Information Modelling (BIM) si sta diffondendo sempre più e diversi paesi come Regno Unito, Germania, Francia e Spagna l'hanno incorporato in una ben definita strategia governativa. Nel Regno Unito, ad esempio, nel 2011 è stato istituito un BIM Task Group, che riunisce competenze del settore delle costruzioni, il governo, le istituzioni e le università, con il compito di definire standard ed educare il settore delle costruzioni in previsione del 2016, anno a partire dal quale il governo richiederà l'implementazione di un processo collaborativo di Information Modelling and Management per tutti gli edifici pubblici sopra una certa soglia economica.

Il Building Information Modelling è un processo di gestione delle informazioni attraverso le fasi di programmazione, progettazione, realizzazione e gestione di un'opera. Non si tratta di una mera modellazione tridimensionale, quanto piuttosto della creazione di un sistema informativo parametrico attraverso il quale incrementare le informazioni connesse al progetto tramite collegamento diretto delle stesse agli elementi costruttivi, i BIM object che compongono il modello. Le informazioni veicolate tramite un modello parametrico sono principalmente di due tipi, dati geometrici ed alfanumerici, attraverso i quali un manufatto viene descritto digitalmente. Alla base dell'applicazione del BIM vi è una vera e propria rivoluzione del settore delle costruzioni, la quale prevede un

cambiamento nell'approccio, ad oggi consequenziale, alle fasi del processo; nascono, inoltre, nuove parole chiave a regolare i rapporti tra tutti gli attori coinvolti. Il processo, con la metodologia BIM, diventa iterativo e la definizione e gestione dei requisiti progettuali deve svilupparsi in modo parallelo al processo stesso, non fermarsi alla fase iniziale, ma essere in grado di adattarsi ai cambiamenti che intercorrono nell'intero ciclo di vita di un'opera. Tale approccio, è ovvio, non garantisce una migliore qualità architettonica, ma tende a rendere un progetto sviluppabile per alternative, anticipando alcune scelte fondamentali e rendendo i soggetti coinvolti più cooperanti, collaborativi ed integrati, in funzione non solo della costruibilità del progetto, bensì pure delle fasi di uso, manutenzione e gestione dell'opera. L'obiettivo, quindi, è la mitigazione del rischio di incoerenza e di insuccesso. Ruolo fondamentale in questa rivoluzione è riservato alla committenza, la quale deve essere in grado di definire il quadro delle proprie esigenze e dei propri requisiti, anche in forme contrattualmente vincolanti come gli Employer's Information Requirements (EIR), documento chiave tramite il quale la committenza definisce i requisiti informativi in funzione degli usi del modello BIM, nonché le modalità di gestione delle informazioni. Progettisti e imprese devono approfondire e trovare risposta a queste richieste tramite un vero e proprio processo di costruzione virtuale in cui la loro struttura gerarchica, funzionale e relazionale viene allocata direttamente ai singoli oggetti nelle fasi progressive, garantendo una notevole trasparenza e identificazione di responsabilità.

Anche nel nostro paese si sente parlare sempre più di Building Information Modelling. Tuttavia, a differenza di altri Paesi membri dell'Unione Europea, in Italia l'implementazione delle tecnologie information-based non è accompagnata da una efficace strategia BIM-oriented. In questa fase iniziale di implementazione del BIM nel mercato italiano, non si è ancora pienamente sviluppata la consapevolezza circa l'intero processo di cambiamento ad esso legato e la tendenza sembra essere l'utilizzo di nuovi strumenti di Information Modelling/Management (IMM) con il solo fine di emulare processi tradizionali e produrre la necessaria documentazione cartacea. Questa pratica porta però alla frammentazione delle informazioni, invalidando il potenziale aspetto innovativo della metodologia IMM. Purtroppo il numero di presunti 'BIM Manager' ed esperti BIM sta aumentando sempre più, senza tenere in giusta considerazione il fondamentale aspetto dell'effettiva responsabilità, anche a livello professionale ed assicurativo di queste figure nell'implementazione del processo, processo strettamente connesso a quelli di Project Management e Design Management. Questo potrebbe comportare gravi rischi per il settore, in quanto, senza una profonda comprensione, il rischio è l'ottenimento di risultati inferiori rispetto alle reali potenzialità, o anche peggiori rispetto ad una pratica tradizionale.

Ad esempio, anche in Italia sono stati pubblicati alcuni bandi in cui veniva richiesto l'uso del BIM. Nella maggior parte, però, le richieste si limitavano all'uso di software BIM-based senza modifiche nel processo o senza definire delle richieste precise. Questa tendenza è assai pericolosa perché il BIM necessita di un cambiamento nella gestione dell'intero settore delle costruzioni. Al fine di ottenere risultati positivi, quindi, è necessaria una strategia governativa in grado di ripensare l'intero settore. Per trarre maggiori vantaggi da un approccio BIM-based, si stanno diffondendo processi collaborativi che prevedono un coinvolgimento dei diversi attori fin dalle prime fasi del progetto. In questo modo è possibile anticipare la risoluzione di eventuali criticità prima di entrare in cantiere, individuando nello stesso tempo soluzioni ottimali per l'intero ciclo di vita di un fabbricato. All'interno della metodologia BIM, un ruolo chiave è rivestito dal Model Checking grazie al quale è possibile verificare e validare i progetti non solo in fase progettuale, ma anche durante tutte le fasi del processo. Per garantire risultati affidabili, il controllo deve partire da un'iniziale pre-check, definito BIM Validation, che validi il contenuto informativo dell'Information Model per poi procedere ad ulteriori analisi quali Clash Detection e Code Checking. L'Information Model deve essere il risultato di un'accurata fase di modellazione per poterne validare il contenuto geometrico e alfanumerico garantendo risultati affidabili per procedere, poi, con successive analisi BIM-based.

## Capitolo 1: La normativa

### 1.1 Quadro Generale

Tra i diversi sistemi per realizzare opere pubbliche, il nuovo codice dei contratti D.Lgs.36/2023 permette di usare contratti di appalto e contratti di concessione. I principali appalti di lavori sono quelli per sola esecuzione, appalti integrati e appalti concorso. In Italia, come nella maggior parte del resto del mondo, la tipologia di appalto relativo a lavori pubblici più diffusa è quella di **sola esecuzione** e per questo motivo viene chiamata 'tradizionale'. La stazione appaltante sviluppa il progetto di fattibilità tecnico economica ed esecutivo e l'impresa aggiudicataria ha in carico la realizzazione dell'opera. Il coinvolgimento dell'impresa, quindi, avviene solo in fase esecutiva e diverse parti hanno in carico la progettazione e la costruzione. Solitamente viene messo a base di gara il progetto esecutivo in modo che i concorrenti possano calcolare le quantità e stimare i costi. Il criterio di aggiudicazione spesso riguarda il prezzo più basso. In questa tipologia di appalto la committenza ha maggior controllo sul progetto e prima della gara è possibile avere un'idea precisa del costo finale basandosi su un progetto esecutivo. Inoltre, risulta più semplice controllare diverse offerte perché esse si riferiscono allo stesso progetto. Tuttavia, a causa della separazione tra progettazione ed esecuzione, solitamente i tempi di realizzazione sono più lunghi e il progetto messo a base di gara, pur essendo esecutivo, spesso non contiene un livello di dettaglio sufficientemente alto per iniziare la costruzione o vi sono delle omissioni che generano successivi contenziosi. Inoltre, in fase di gara non è raro assistere ad una pratica viziosa dove l'aggiudicatario offre un prezzo troppo basso e successivamente cerca di recuperare il denaro attraverso varianti o dispute legali. Negli **appalti integrati**, invece, la stazione appaltante ha il compito di sviluppare il progetto di fattibilità tecnico economica; mentre l'aggiudicatario quello esecutivo. In questo modo, un unico soggetto è responsabile per la progettazione e la costruzione dell'opera. Esistono diverse varianti ma in tutti i casi i principali vantaggi riguardano la riduzione dei rischi per la stazione appaltante e una maggiore qualità dell'opera grazie al contributo dell'impresa in fase progettuale permettendo di risolvere in anticipo possibili criticità. Tuttavia, non è sempre facile confrontare diverse offerte e la stazione appaltante ha meno controllo sulla progettazione. Negli **appalti concorso**, invece, la stazione appaltante sviluppa il solo progetto di fattibilità tecnico economica e in fase di gara i concorrenti presentano un progetto definitivo. Una volta aggiudicata la gara, l'impresa redige un progetto esecutivo sulla base del definitivo ed esegue l'opera. In questo caso l'aggiudicatario ha la possibilità di intervenire in una fase antecedente rispetto a quanto prevede l'appalto integrato. Per questo motivo, il numero di varianti in corso d'opera e contenziosi può essere ridotto notevolmente. Una stazione appaltante può scegliere di realizzare un'opera pubblica ricorrendo anche ai **contratti di concessione**. In questo caso, oltre alla sola esecuzione, o progettazione esecutiva ed esecuzione, o progettazione definitiva, esecutiva ed esecuzione; l'aggiudicatario ha in carico la gestione funzionale ed economica del manufatto. In questo caso la gestione costituisce un elemento di primaria importanza al pari della progettazione e costruzione, in quanto soltanto una gestione efficace consente di generare i flussi di cassa necessari a soddisfare gli istituti creditizi. L'impresa è chiamata a porre maggiore attenzione alla qualità dell'opera e ad implementare soluzioni ottimali già in fase di progettazione per garantire alti livelli di manutenibilità. L'impresa, quindi, ha maggiori responsabilità ed è chiamata a produrre opere funzionali nel tempo. Sempre più spesso le stazioni appaltanti ricorrono alla **locazione finanziaria di opere pubbliche o di pubblica utilità (leasing in costruendo)**. La stazione appaltante pone a base di gara un progetto di livello almeno preliminare e l'aggiudicatario ha il compito di predisporre i successivi livelli progettuali, l'esecuzione e la gestione per un termine stabilito. La pubblica amministrazione stipula, quindi, un contratto di leasing con un soggetto finanziatore o con una società temporanea costituita dal soggetto finanziatore e dal soggetto realizzatore. In questo modo la società di leasing assume tutti i rischi finanziari della realizzazione dell'investimento, mentre l'impresa tutti quelli non finanziari. Grazie al leasing in costruendo, quindi, la stazione appaltante reperisce le risorse finanziarie da un soggetto privato e l'integrazione tra la società di leasing ed il soggetto costruttore consente l'erogazione del capitale necessario per la costruzione in conformità con l'avanzamento del progetto. Inoltre, fin dall'inizio viene definito un costo e la rata del leasing, incentivando così la realizzazione dell'opera in tempi prefissati, in quanto la società di leasing inizierà ad incassare i canoni solo al termine del collaudo dell'opera. Il leasing in costruendo, quindi, impone all'impresa di porre molta attenzione alla qualità dell'opera in modo da diminuire il più possibile i costi di manutenzione. Allo stesso tempo, l'impresa è chiamata a rispettare i tempi di realizzazione in modo da poter ottenere il finanziamento. Altre tipologie di contratto che si stanno sviluppando recentemente sono i **performance-based contracting (PBC)**. Essi prevedono un

approccio incentrato sul ciclo di vita del manufatto e sul suo effettivo funzionamento. I pagamenti, infatti, non avvengono più al completamento dell'opera o di alcune sue parti, ma sono legate al raggiungimento di prestazioni precedentemente definite. Questo comporta un diverso livello di responsabilità dei soggetti coinvolti, che si impegnano nel tempo a garantire determinati risultati. Risulta quindi importante collaborare fin dall'inizio per ricercare soluzioni ottimali. Un esempio di PBC sono gli energy performance contracting dove l'aggiudicatario è chiamato a fornire l'energia necessaria per gestire un manufatto, ricevendo i pagamenti a fronte dei risparmi ottenuti adottando soluzioni innovative. È possibile riscontrare una maggiore attenzione al ciclo di vita del manufatto anche all'interno della nuova direttiva europea sugli appalti pubblici. Infatti, per la prima volta, viene introdotto il concetto di "costo del ciclo di vita". Tale concetto di derivazione anglosassone (life-cycle costing) pone l'attenzione sulla dimensione "temporale", tenendo in considerazione il costo determinato da oneri successivi all'acquisizione in sé. Tali oneri sono distinti, in un elenco non tassativo, in due categorie: a) "costi interni", sostenuti dall'amministrazione, quali i costi relativi all'acquisizione, all'uso dell'energia, alla manutenzione e ai costi di fine vita; b) costi relativi alle esternalità ambientali, quali i costi delle emissioni e di mitigazione ambientale.

Un'altra tipologia di appalto diffusa nel settore delle costruzioni è il cosiddetto **Construction Management**, dove la progettazione e l'esecuzione sono svolte da due enti separati, ma la stazione appaltante seleziona un manager, definito construction manager, con il compito di gestire entrambe le fasi. Al contrario della tipologia di appalto di sola esecuzione, in questo caso l'impresa viene coinvolta prima in fase progettuale potendo dare il proprio contributo. In questo modo, solitamente, i tempi di realizzazione si riducono. Tuttavia, il committente assume maggiori rischi dovuti alla presenza di una nuova figura e progettazione ed esecuzione sono comunque sviluppati da enti separati e la possibile collaborazione non viene fruttata appieno. **È possibile implementare un approccio BIM in qualsiasi tipologia di appalto per migliorare l'intero processo.** Sia in fase di progettazione che in quella di costruzione, infatti, i benefici nell'uso di un approccio BIM sono ormai evidenti. Sebbene in Italia questa pratica non sia ancora diffusa, in alcuni paesi, come gli Stati Uniti, gli studi di progettazione e le imprese di costruzioni hanno abbandonato l'approccio tradizionale bidimensionale, per utilizzare quotidianamente il BIM. È interessante riflettere sui benefici del BIM anche in fase di gara, in quanto questa pratica è ancora poco diffusa anche nei paesi più avanzati. Un approccio BIM-based, infatti, può essere usato durante un appalto di sola esecuzione. In questo caso **la stazione appaltante può mettere a base di gara un modello BIM al fine di permettere ai concorrenti di comprendere meglio la complessità del progetto ed estrarre le quantità in maniera semi-automatica (attraverso il take off).** I concorrenti, quindi, possono risparmiare tempo e denaro nel redigere le offerte e, nello stesso tempo, la stazione appaltante può contare su offerte più accurate riducendo la discrepanza tra il prezzo offerto in sede di gara e quello finale. Inoltre, i concorrenti possono usare le quantità estratte per redigere un programma lavori. In presenza di un Building Information Model, è possibile garantire un maggiore livello di coerenza della documentazione di gara, in quanto le informazioni provengono dalla stessa fonte ed è più difficile avere informazioni contrastanti in grado di generare successivi contenziosi. Tuttavia, l'uso del BIM in questa tipologia di appalto non consente di ottenere tutti i benefici offerti da un approccio BIM a causa della struttura stessa dell'appalto che prevede un tardivo coinvolgimento dell'impresa. Un approccio BIM-based può essere integrato anche in un **appalto integrato**. In questo caso, **in fase di gara i concorrenti consegnano un Building Information Model che consente alla giuria di comprendere meglio l'offerta grazie ad una visualizzazione 3D.** Inoltre, i concorrenti sono chiamati a lavorare sull'intero progetto e non solo a parti di esso (e.g. piante tipo). In questo modo, possibili criticità sono messe in evidenza in anticipo e possono essere risolte. La stazione appaltante, quindi, riceve offerte più accurate e affidabili. Inoltre, grazie al Model Checking, che verrà discusso più nel dettaglio nel capitolo successivo, è possibile controllare la qualità del modello in modo semi-automatico e verificare che questo sia conforme alle richieste iniziali inserite nel bando di gara. Negli ultimi anni si sta assistendo allo sviluppo di nuove tipologie di appalto basate sulla collaborazione e cooperazione delle diverse parti e sul coinvolgimento anticipato dei diversi attori in gioco. Alcuni esempi sono **Cost Led Procurement (CLP), Integrated Project Insurance (IPI), Two Stage Open Book, Integrated Project Delivery (IPD) e Project Alliancing (PA).** CLP, IPI e Two Stage Open Book sono tipologie di appalto introdotte per la prima volta dal governo inglese nel 2011. Infatti, il governo inglese afferma che nuove tipologie di appalto "embrace early contractor involvement, higher levels of integration and transparency and the option of independent assurance. They also emphasise the requirement for improved client capability. The client must know what they want, what it should cost and how best to go to market to achieve their objective. These are critical factors that will drive innovation, identify waste, secure knowledge

transfer and corresponding growth opportunities. When considered alongside other existing and emerging approaches to construction procurement, encompassing both buildings and economic infrastructure, the new models offer considerable potential to reduce the cost of construction to the public sector, and therefore taxpayer. Alongside reduced costs, it is likely that the models will contribute to improved programme certainty, reduced risk and greater innovation, as well as improved relationships throughout the supply chain". Risulta, quindi, evidente il ruolo chiave della stazione appaltante che deve fissare fin da subito gli obiettivi e i requisiti del progetto per ottenere risultati ottimali. La collaborazione promossa dalle nuove tipologie di appalto, infatti, perderebbe efficacia in presenza di un committente incapace di gestire il processo. Il principale scopo dell'Integrated Project Delivery (IPD) è simile a quello delle tipologie di appalto presentate precedentemente; infatti, l'IPD "integrates people, systems, business structures and practices into a process that collaboratively harnesses the talents and insights of all participants to reduce waste and optimize efficiency through all phases of design, fabrication and construction". L'Integrated Project Delivery impone a tutti i soggetti coinvolti di firmare un contratto multilaterale con la ripartizione di rischi e benefici e prevede fin dall'inizio di collaborare per ricercare una soluzione ottimale. È importante sottolineare che, anche se è possibile usare l'IPD senza il BIM, esso è rilevante per ottenere in modo efficace i livelli di collaborazione richiesti dell'IPD. Un'altra tipologia di appalto che promuove un approccio "no fault, no blame" basato su principi di apertura e fiducia è Project Alliancing (PA), chiamato anche Alliance Contracting. Questa tipologia di appalto sviluppata in Australia prevede la selezione del miglior offerente in base alle sue capacità di sviluppare e portare a termine l'opera piuttosto che sul prezzo. Come per l'IPD, anche in questo caso viene stipulato un contratto multilaterale, dove il cliente crea un'organizzazione con le altre parti coinvolte e condivide responsabilità e rischi così come i guadagni. Il Project Alliancing attualmente non potrebbe essere applicato in Italia, in quanto i progettisti e i costruttori sono tenuti ad avere una polizza assicurativa che tuteli le stazioni appaltanti da potenziali rischi derivanti da una errata progettazione o esecuzione. Questo dimostra come la legislazione italiana attualmente non favorisca un clima di corresponsabilità, ma tenda a contrapporre i diversi soggetti. Il nostro codice dei contratti incorpora quanto contenuto nella Direttiva Europea. Per la prima volta la nuova Direttiva europea introduce la possibilità di usare un approccio BIM: "Per gli appalti pubblici di lavori e i concorsi di progettazione, gli Stati membri possono richiedere l'uso di strumenti elettronici specifici, quali gli strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi". Nella versione inglese, "For public works contracts and design contests, Member States may require the use of specific electronic tools, such as of building information electronic modelling tools or similar", viene esplicitato il termine BIM e perciò questa versione risulta essere più efficace rispetto a quella italiana. Tuttavia, viene messo in risalto l'aspetto tecnologico legato ai BIM "tools", piuttosto che quello metodologico. Il legislatore italiano sta valutando con attenzione questa tematica al fine di evitare che il BIM venga visto solo come uno strumento. E' auspicabile che la normativa cogente tenda a **tipologie di appalto improntate sulla collaborazione** in modo da poter utilizzare al meglio un approccio BIM-based. Infatti, nonostante le tipologie innovative di appalto presentate precedentemente siano differenti tra loro, tutte cercano di spostarsi da un atteggiamento "tutti contro tutti" a "siamo tutti sulla stessa barca". Questo è il motivo per cui **il Building Information Modelling può essere usato per raggiungere questi obiettivi, in quanto per sua natura favorisce la cooperazione e la trasparenza**. Come si è discusso precedentemente, il Building Information Modelling può essere integrato in diverse tipologie di appalto, da quelle tradizionali a quelle innovative. Tuttavia, quando il BIM viene usato con tipologie di appalto tradizionali, perde buona parte delle sue potenzialità. Infatti, secondo Dave et al. gli appalti tradizionali, come quello di sola esecuzione, possono essere il più grande ostacolo alla corretta adozione di Lean e BIM insieme (o anche singolarmente). Infatti, l'ottimizzazione del valore e la riduzione degli sprechi al minimo è difficile quando l'appalto inibisce il coordinamento, reprime la collaborazione e l'innovazione, incentivando il raggiungimento di obiettivi individuali a spese della controparte. Un "partnering approach", supportato da nuove forme contrattuali come **ConsensusDOCS**, invece, può favorire i principi di collaborazione e integrazione richiesti da un approccio Lean come da uno BIM-based. Infatti, queste tipologie di contratto favoriscono relazioni commerciali basate non solo sul rispetto reciproco, ma facilitano la condivisione di conoscenza e informazioni promuovendo l'innovazione e la creazione di valore. Grazie all'adozione di un approccio di questo tipo, è possibile gestire insieme tempi, costi e rischi concentrandosi sul raggiungimento di valori condivisi o scopi comuni come l'adempimento alle richieste della committenza. Inoltre, in caso di buoni risultati, questi contratti spesso prevedono incentivi o premialità per l'intero gruppo di lavoro, invece che per i singoli individui. Per questo motivo contratti "relazionali" sono ottimali per favorire la co-locazione dei gruppi di

lavoro, il coinvolgimento anticipato e lo sviluppo congiunto della progettazione, rispetto a contratti tradizionali. Forme contrattuali adatte ad un approccio BIM sono già disponibili. Ad esempio nel Regno Unito vi è una lunga tradizione relativa a forme collaborative e attualmente il governo sta lavorando in questa direzione. NEC3, PPC2000 e JCT Constructing Excellence favoriscono un approccio basato sulla fiducia e la cooperazione. Per questo motivo, queste forme contrattuali, anche se non sono state sviluppate al fine di supportare il Building Information Modelling, sono appropriate per favorirne l'implementazione. Inoltre, vi sono altre forme sviluppate in USA, come Document E202 e ConsensusDOCS 301, proprio per essere incorporate in un processo BIM-based. Solitamente i principi promossi da contratti "relazionali" sono più difficilmente applicabili nel settore pubblico rispetto a quello privato a causa delle numerose limitazioni quali impedimenti legali, barriere culturali o mancanza di competenze. Per questo motivo, è necessario porre più attenzione quando si adopera nel settore pubblico, al fine di raggiungere risultati ottimali.

## **1.2 La normativa cogente: il D.Lgs.36/2023**

Riportiamo di seguito l'estratto dell'art. 42 del D.Lgs. 36/2023 che ha come oggetto la verifica della progettazione e l'Allegato I.7 che specifica ulteriormente tali attività.

### **"PARTE IV - DELLA PROGETTAZIONE**

#### **Art.42. Verifica della progettazione.**

1. Nei contratti relativi ai lavori la stazione appaltante e l'ente concedente verificano la rispondenza del progetto alle esigenze espresse nel documento d'indirizzo e la sua conformità alla normativa vigente. La verifica ha luogo durante lo sviluppo della progettazione in relazione allo specifico livello previsto per l'appalto. In caso di affidamento congiunto di progettazione ed esecuzione, nonché nei contratti di partenariato pubblico-privato, la verifica del progetto di fattibilità tecnico-economica è completata prima dell'avvio della procedura di affidamento e la verifica del progetto esecutivo redatto dall'aggiudicatario è effettuata prima dell'inizio dei lavori.
2. Per accertare la coerenza del progetto nelle sue diverse fasi con il documento di indirizzo della progettazione, il RUP, se non effettua personalmente la verifica, ne segue lo sviluppo parallelamente alla progettazione, garantendo il contraddittorio tra il soggetto che esegue la verifica e il progettista. L'attività di verifica è incompatibile, per uno stesso progetto, con le attività di progettazione, di coordinamento della relativa sicurezza, di direzione dei lavori e di collaudo.
3. La verifica accerta la conformità del progetto alle prescrizioni eventualmente impartite dalle amministrazioni competenti prima dell'avvio della fase di affidamento e, se ha esito positivo, assolve a tutti gli obblighi di deposito e di autorizzazione per le costruzioni in zone sismiche, nonché di denuncia dei lavori all'ufficio del genio civile. I progetti, corredati della attestazione dell'avvenuta positiva verifica, sono depositati con modalità telematica interoperabile presso l'Archivio informatico nazionale delle opere pubbliche del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.
4. La validazione del progetto posto a base di gara è l'atto formale che riporta gli esiti della verifica. La validazione è sottoscritta dal responsabile del relativo procedimento e fa preciso riferimento al rapporto conclusivo del soggetto preposto alla verifica e alle eventuali controdeduzioni del progettista. Il bando e la lettera di invito per l'affidamento dei lavori devono contenere gli estremi dell'avvenuta validazione del progetto posto a base di gara.
5. L'allegato I.7 indica i contenuti e le modalità delle attività di verifica, nonché i soggetti che vi provvedono. Gli oneri conseguenti all'accertamento della rispondenza agli elaborati progettuali sono ricompresi nelle risorse stanziare per la realizzazione delle opere."

#### **Articolo 43.**

##### ***Metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni.***

1. **A decorrere dal 1° gennaio 2025, le stazioni appaltanti e gli enti concedenti adottano metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni per la progettazione e la realizzazione di opere di nuova costruzione e per gli interventi su costruzioni esistenti per importo a base di gara superiore a 1 milione di euro. La disposizione di cui al primo periodo non si applica agli interventi di ordinaria e straordinaria manutenzione, a meno che essi non riguardino opere precedentemente eseguite con l'uso dei suddetti metodi e strumenti di gestione informativa digitale.**
2. Anche al di fuori dei casi di cui al comma 1 e in conformità con i principi di cui all'articolo 19, le stazioni appaltanti e gli enti concedenti possono adottare metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, eventualmente prevedendo nella documentazione di gara un punteggio premiale relativo alle modalità d'uso di tali metodi e strumenti. Tale facoltà è subordinata all'adozione delle misure stabilite nell'allegato I.9.
3. Gli strumenti indicati ai commi 1 e 2 utilizzano **piattaforme interoperabili a mezzo di formati aperti non**

**proprietari al fine di non limitare la concorrenza tra i fornitori di tecnologie e il coinvolgimento di specifiche progettualità tra i progettisti, nonché di consentire il trasferimento dei dati tra pubbliche amministrazioni e operatori economici partecipanti alla procedura aggiudicatari o incaricati dell'esecuzione del contratto.**

4. Nell'allegato I.9 sono definiti:

- a) le misure relative alla formazione del personale, agli strumenti e alla organizzazione necessaria;
- b) i criteri per garantire uniformità di utilizzazione dei metodi e strumenti digitali per la gestione dell'informazione;
- c) le misure necessarie per l'attuazione dei processi di gestione dell'informazione supportata dalla modellazione informativa, ivi compresa la previsione dell'interoperabilità dell'anagrafe patrimoniale di ciascuna stazione appaltante o ente concedente con l'archivio informatico nazionale delle opere pubbliche;
- d) le modalità di scambio e interoperabilità dei dati e delle informazioni;
- e) le specifiche tecniche nazionali ed internazionali applicabili;
- f) il contenuto minimo del capitolato informativo per l'uso dei metodi e degli strumenti di gestione informativa digitale.

5. In sede di prima applicazione del codice, l'allegato I.9 è abrogato a decorrere dalla data di entrata in vigore di un corrispondente regolamento adottato ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, che lo sostituisce integralmente anche in qualità di allegato al codice.

L'allegato I.7 specifica ulteriormente le attività di verifica della progettazione come di seguito:

#### **"SEZIONE IV - VERIFICA DELLA PROGETTAZIONE**

##### **Articolo 34.**

###### ***Verifica preventiva della progettazione.***

1. Ai sensi di quanto disposto dall'articolo 42 del codice, la verifica è finalizzata ad accertare la conformità della soluzione progettuale prescelta alle specifiche disposizioni funzionali, prestazionali, normative e tecniche contenute negli elaborati progettuali dei livelli già approvati.

2. L'attività di verifica è effettuata dai seguenti soggetti:

- a) per i lavori di importo pari o superiore a 20 milioni di euro, e, in caso di appalto integrato, per i lavori di importo pari o superiore alla soglia di cui all'articolo 14, comma 1, lettera a), del codice, da organismi di controllo accreditati ai sensi della norma europea UNI CEI EN ISO/IEC 17020;
- b) per i lavori di importo inferiore a 20 milioni di euro e fino alla soglia di cui all'articolo 14 del codice, dai soggetti di cui alla lettera a) del presente comma e di cui all'articolo 66 del codice, che dispongano di un sistema interno di controllo della qualità, o dalla stazione appaltante nel caso in cui disponga di un sistema interno di controllo di qualità;
- c) per i lavori di importo inferiore alla soglia di cui all'articolo 14 del codice e fino a 1 milione di euro, dagli uffici tecnici delle stazioni appaltanti ove il progetto sia stato redatto da progettisti esterni o le stesse stazioni appaltanti dispongano di un sistema interno di controllo di qualità ove il progetto sia stato redatto da progettisti interni;
- d) per i lavori di importo inferiore a 1 milione di euro, dal responsabile unico del progetto, anche avvalendosi della struttura di cui all'articolo 15, comma 6, del codice.

3. Lo svolgimento dell'attività di verifica è incompatibile con lo svolgimento, per il medesimo progetto, dell'attività di progettazione, del coordinamento della sicurezza della stessa, della direzione lavori e del collaudo.

4. La validazione del progetto posto a base di gara è l'atto formale che riporta gli esiti della verifica. La validazione è sottoscritta dal RUP e fa preciso riferimento al rapporto conclusivo del soggetto preposto alla verifica e alle eventuali controdeduzioni del progettista. Il bando e la lettera di invito per l'affidamento dei lavori devono contenere gli estremi dell'avvenuta validazione del progetto posto a base di gara.

5. Nei casi di contratti aventi a oggetto la progettazione e l'esecuzione dei lavori, il progetto esecutivo presentato dall'affidatario è soggetto, prima dell'approvazione, all'attività di verifica.

##### **Articolo 35.**

###### ***Accreditamento.***

1. Per le attività di verifica sono:

- a) Organismi di controllo accreditati ai sensi della norma europea UNI EN ISO/IEC 17020, gli Organismi di ispezione di tipo A, B e C accreditati ai sensi della norma europea UNI CEI EN ISO/IEC 17020;
- b) Organi di accreditamento, per gli Organismi di ispezione di tipo A, B e C ai sensi della norma europea UNI CEI EN ISO/IEC 17020, e per gli Organismi di certificazione del sistema di controllo interno di qualità coerente con i requisiti della norma UNI EN ISO 9001, gli enti partecipanti *all'European cooperation for accreditation (EA)*, nonché

il Servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici, per le amministrazioni dello Stato nei limiti di quanto previsto all'articolo 36, comma 3.

#### **Articolo 36.**

##### ***Verifica attraverso strutture tecniche interne o esterne alla stazione appaltante.***

1. La stazione appaltante provvede all'attività di verifica della progettazione attraverso strutture e personale tecnico della propria amministrazione, ovvero attraverso strutture tecniche di altre amministrazioni di cui può avvalersi ai sensi dell'articolo 7, comma 4, del codice.
2. Nei casi di inesistenza delle condizioni di cui al comma 1, nonché nei casi di accertata carenza di organico, la stazione appaltante, per il tramite del responsabile unico del progetto, affida l'appalto di servizi avente a oggetto la verifica della progettazione a soggetti esterni.
3. Per sistema interno di controllo di qualità, ai fini dell'articolo 35, si intende un sistema coerente con i requisiti della norma UNI EN ISO 9001.

#### **Articolo 37.**

##### ***Disposizioni generali riguardanti l'attività di verifica.***

1. Il responsabile del progetto può utilizzare, come criterio o base di riferimento, per la stima del corrispettivo delle attività di verifica del progetto affidate a strutture tecniche esterne alla stazione appaltante, quanto previsto dalla Tabella B6 del decreto del Ministro della giustizia 4 aprile 2001, pubblicato nella Gazzetta ufficiale della Repubblica italiana n. 96 del 26 aprile 2001, e suoi aggiornamenti.
2. L'attività di verifica della progettazione, con esclusione dell'attività di verifica relativa ai livelli di progettazione verificati internamente, qualora sia affidata a soggetti esterni alla stazione appaltante, è affidata unitariamente.
3. **Il soggetto incaricato dell'attività di verifica è munito di adeguata polizza assicurativa per la copertura dei rischi legati alle attività professionali a norma dell'articolo 43.**
4. **Nel caso si ricorra a metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni di cui all'articolo 43 del codice, il capitolato informativo e il piano di gestione informativa devono riportare, anche con riferimento al DIP, i requisiti informativi contrattualmente disciplinati, in relazione agli usi della modellazione informativa e ai livelli di fabbisogno informativo attesi, nonché le regole di controllo della conformità dei contenuti dei modelli informativi ai requisiti informativi e contenutistici.**

#### **Articolo 38.**

##### ***Requisiti per la partecipazione alle gare.***

1. I requisiti economico-finanziari e tecnico-organizzativi di partecipazione alle gare sono definiti dalle stazioni appaltanti con riguardo ai seguenti elementi:
  - a) fatturato globale per servizi di verifica, di ispezione nei contratti pubblici di lavori ai sensi della norma UNI EN ISO/IEC 1702, di progettazione o di direzione lavori, realizzato negli ultimi cinque anni, per un importo da determinare in una misura non inferiore a due volte l'importo stimato dell'appalto relativo ai predetti servizi;
  - b) avvenuto svolgimento, negli ultimi cinque anni, di almeno due appalti di servizi di verifica di progetti, di ispezione nei contratti pubblici di lavori ai sensi della norma UNI EN ISO/IEC 17020, di progettazione o di direzione lavori, relativi a lavori di importo ciascuno almeno pari al 50 per cento di quello oggetto dell'appalto da affidare e di natura analoga allo stesso. Per l'individuazione di servizi di verifica analoghi si fa riferimento alla suddivisione in classi e categorie di opere prevista dalla legge 2 marzo 1949, n. 143.
2. Il soggetto che concorre all'affidamento dell'appalto individua, in sede di offerta, un coordinatore del gruppo di lavoro di verifica nella persona di un laureato in ingegneria o architettura, abilitato all'esercizio della professione da almeno dieci anni e iscritto al relativo albo professionale, che sottoscrive tutti i rapporti rilasciati dall'Organismo di ispezione nonché il rapporto conclusivo di cui all'articolo 41, comma 7.
3. Alle procedure di affidamento delle attività di verifica possono partecipare, in forma singola o associata, i soggetti accreditati come Organismi di ispezione di tipo A e di tipo C, nonché, per verifiche di progetti relativi a lavori di importo inferiore a 20 milioni di euro, i soggetti di cui all'articolo 66, comma 1, del codice. Per verifiche di progetti relativi a lavori di importo superiore a 20 milioni di euro, l'accreditamento, ai sensi della norma UNI EN ISO/IEC 17020, come Organismi di ispezione di tipo A e di tipo C, deve essere posseduto da tutti i soggetti concorrenti in forma associata. In caso di associazione temporanea, la mandataria deve possedere una quota in misura almeno pari al 50 per cento dei requisiti economico-finanziari e tecnico-organizzativi stabiliti dalla stazione appaltante e la restante percentuale deve essere posseduta dalle mandanti. La stazione appaltante può richiedere alle mandanti una percentuale minima di possesso dei requisiti da stabilirsi in misura non inferiore al 10 per cento dei requisiti stessi.
4. Il soggetto che intende partecipare alla gara non deve partecipare o aver partecipato direttamente o indirettamente né alla gara per l'affidamento della progettazione né alla redazione della stessa in qualsiasi suo

livello.

5. Il mancato rispetto di quanto previsto dal comma 4 comporta l'esclusione per cinque anni dalle attività di verifica e la comunicazione, da parte del RUP, agli Organi di accreditamento.

## **Articolo 39.**

### ***Criteri generali della verifica.***

1. Le verifiche sono condotte sulla documentazione progettuale per ciascuna fase, in relazione al livello di progettazione, con riferimento ai seguenti aspetti del controllo:

- a) affidabilità;
- b) completezza e adeguatezza;
- c) leggibilità, coerenza e ripercorribilità;
- d) compatibilità.

2. Ai fini del comma 1 si intende per:

#### **a) affidabilità:**

- 1) la verifica dell'applicazione delle norme specifiche e delle regole tecniche di riferimento adottate per la redazione del progetto;
- 2) la verifica della coerenza delle ipotesi progettuali poste a base delle elaborazioni tecniche ambientali, cartografiche, architettoniche, strutturali, impiantistiche e di sicurezza;

#### **b) completezza e adeguatezza:**

- 1) la verifica della corrispondenza dei nominativi dei progettisti a quelli titolari dell'affidamento e la verifica della sottoscrizione dei documenti per l'assunzione delle rispettive responsabilità;
- 2) la verifica documentale mediante controllo dell'esistenza di tutti gli elaborati previsti per il livello del progetto da esaminare;
- 3) la verifica dell'eshaustività del progetto in funzione del quadro esigenziale;
- 4) la verifica dell'eshaustività delle informazioni tecniche e amministrative contenute nei singoli elaborati;
- 5) la verifica dell'eshaustività delle modifiche apportate al progetto a seguito di un suo precedente esame;
- 6) la verifica dell'adempimento delle obbligazioni previste nel disciplinare di incarico di progettazione;

#### **c) leggibilità, coerenza e ripercorribilità:**

- 1) la verifica della leggibilità degli elaborati con riguardo alla utilizzazione dei linguaggi convenzionali di elaborazione;
- 2) la verifica della comprensibilità delle informazioni contenute negli elaborati e della ripercorribilità delle calcolazioni effettuate;
- 3) la verifica della coerenza delle informazioni tra i diversi elaborati;

#### **d) compatibilità:**

- 1) la rispondenza delle soluzioni progettuali ai requisiti espressi nello studio di fattibilità ovvero nel documento preliminare alla progettazione o negli elaborati progettuali prodotti nella fase precedente;
- 2) la rispondenza della soluzione progettuale alle normative assunte a riferimento e alle eventuali prescrizioni, in relazione agli aspetti di seguito specificati:
  - 2.1) inserimento ambientale;
  - 2.2) impatto ambientale;
  - 2.3) funzionalità e fruibilità;
  - 2.4) stabilità delle strutture;
  - 2.5) topografia e fotogrammetria;
  - 2.6) sicurezza delle persone connessa agli impianti tecnologici;
  - 2.7) igiene, salute e benessere delle persone;
  - 2.8) superamento ed eliminazione delle barriere architettoniche;
  - 2.9) sicurezza antincendio;
  - 2.10) inquinamento;
  - 2.11) durabilità e manutenibilità;
  - 2.12) coerenza dei tempi e dei costi;
  - 2.13) sicurezza e organizzazione del cantiere.

## **Articolo 40.**

### ***Verifica della documentazione.***

1. La verifica da parte del soggetto preposto al controllo è effettuata sui documenti progettuali previsti dal presente allegato, per ciascun livello della progettazione.
2. Con riferimento agli aspetti del controllo di cui al comma 1 si deve:
  - a) per le relazioni generali, verificare che i contenuti siano coerenti con la loro descrizione capitolare e grafica, nonché con i requisiti definiti nello studio di fattibilità ovvero nel documento preliminare alla progettazione e con i contenuti delle documentazioni di autorizzazione e approvazione facenti riferimento alla fase progettuale precedente;
  - b) per le relazioni di calcolo:
    - 1) verificare che le ipotesi e i criteri assunti alla base dei calcoli siano coerenti con la destinazione dell'opera e con la corretta applicazione delle disposizioni normative e regolamentari pertinenti al caso in esame;
    - 2) verificare che il dimensionamento dell'opera, con riferimento ai diversi componenti, sia stato svolto completamente, in relazione al livello di progettazione da verificare, e che i metodi di calcolo utilizzati siano esplicitati in maniera tale da risultare leggibili, chiari e interpretabili;
    - 3) verificare la congruenza di tali risultati con il contenuto delle elaborazioni grafiche e delle prescrizioni prestazionali e capitolari;
    - 4) verificare la correttezza del dimensionamento per gli elementi ritenuti più critici, che devono essere desumibili anche dalla descrizione illustrativa della relazione di calcolo stessa;
    - 5) verificare che le scelte progettuali costituiscano una soluzione idonea in relazione alla durabilità dell'opera nelle condizioni d'uso e manutenzione previste;
  - c) per le relazioni specialistiche, verificare che i contenuti presenti siano coerenti con:
    - 1) le specifiche esplicitate dal committente;
    - 2) le norme cogenti;
    - 3) le norme tecniche applicabili, anche in relazione alla completezza della documentazione progettuale;
    - 4) le regole di progettazione;
  - d) per gli elaborati grafici, verificare che ogni elemento, identificabile sui grafici, sia descritto in termini geometrici e che, ove non dichiarate le sue caratteristiche, esso sia identificato univocamente attraverso un codice ovvero attraverso altro sistema di identificazione che possa porlo in riferimento alla descrizione di altri elaborati, ivi compresi documenti prestazionali e capitolari;
  - e) per i capitolati, i documenti prestazionali, e lo schema di contratto, verificare che ogni elemento, identificabile sugli elaborati grafici, sia adeguatamente qualificato all'interno della documentazione prestazionale e capitolare; verificare inoltre il coordinamento tra le prescrizioni del progetto e le clausole dello schema di contratto, del capitolato speciale d'appalto e del piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
  - f) per la documentazione di stima economica, verificare che:
    - 1) i costi parametrici assunti alla base del calcolo sommario della spesa siano coerenti con la qualità dell'opera prevista e la complessità delle necessarie lavorazioni;
    - 2) i prezzi unitari assunti come riferimento siano dedotti dai vigenti prezzi della stazione appaltante o dai listini ufficiali vigenti nell'area interessata;
    - 3) siano state sviluppate le analisi per i prezzi di tutte le voci per le quali non sia disponibile un dato nei prezzi;
    - 4) i prezzi unitari assunti a base del computo metrico estimativo siano coerenti con le analisi dei prezzi e con i prezzi unitari assunti come riferimento;
    - 5) gli elementi di computo metrico estimativo comprendano tutte le opere previste nella documentazione prestazionale e capitolare e corrispondano agli elaborati grafici e descrittivi;
    - 6) i metodi di misura delle opere siano usuali o standard;
    - 7) le misure delle opere computate siano corrette, operando anche a campione o per categorie prevalenti;
    - 8) i totali calcolati siano corretti;
    - 9) il computo metrico estimativo e lo schema di contratto individuino la categoria prevalente, le categorie scorporabili e subappaltabili a scelta dell'affidatario, le categorie con obbligo di qualificazione e le categorie per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali, e qualora una o più di tali opere superi in valore il 15 per cento dell'importo totale dei lavori;
    - 10) le stime economiche relative a piani di gestione e manutenzione siano riferibili a opere simili di cui si ha evidenza dal mercato o che i calcoli siano fondati su metodologie accettabili dalla scienza in uso e raggiungano l'obiettivo richiesto dal committente;
    - 11) i piani economici e finanziari siano tali da assicurare il perseguimento dell'equilibrio economico e finanziario; ) per il piano di sicurezza e di coordinamento, verificare che sia redatto per tutte le tipologie di lavorazioni da porre in essere durante la realizzazione dell'opera e in conformità dei relativi magisteri; verificare, inoltre, che siano stati esaminati tutti gli aspetti che possono

avere un impatto diretto e indiretto sui costi e sull'effettiva cantierabilità dell'opera, coerentemente con quanto previsto nell'allegato XV al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;

h) per il quadro economico, verificare che sia stato redatto conformemente a quanto previsto dall'articolo 17;

i) accertare l'acquisizione di tutte le approvazioni e autorizzazioni di legge previste per il livello di progettazione.

**3. Nel caso si ricorra a metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni di cui all'articolo 43 del codice, il capitolato informativo e il piano di gestione informativa per i servizi di verifica della progettazione devono disciplinare le modalità di verifica della conformità tra i contenuti dei modelli informativi e quelli dei documenti e degli elaborati da essi tratti, oltreché indicare quali contenitori informativi e quali documenti non siano relazionabili ai modelli informativi.**

#### **Articolo 41.**

##### ***Estensione del controllo e momenti della verifica.***

1. Le verifiche devono essere effettuate contestualmente allo sviluppo del progetto; il responsabile del progetto pianifica l'attività di verifica in funzione del piano di sviluppo della progettazione, degli adempimenti di approvazione, autorizzazione e affidamento. **Nel caso si ricorra a metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni di cui all'articolo 43 del codice, il capitolato informativo e il piano di gestione informativa devono riportare le modalità di interazione tra i soggetti coinvolti all'interno dell'ambiente di condivisione dei dati e la eventuale interoperabilità con eventuali piattaforme digitali preposte alla gestione della conferenza di servizi.**

2. Le verifiche, come indicate agli articoli 39 e 40, devono essere adeguate al livello progettuale in esame e costituiscono la base di riferimento; il loro livello può essere comunque semplificato o integrato dalla stazione appaltante in relazione alla natura e alla complessità dell'opera.

3. In presenza di elevata ripetitività di elementi progettuali o di esistenza di casi analoghi già oggetto di verifica, di cui si ha evidenza oggettiva, possono essere adottati, a seconda dei casi, metodi di controllo "a campione" o "a comparazione".

4. Nel caso di verifiche precedentemente espletate, l'attività di controllo successiva può essere svolta sulle parti costituenti modifica o integrazione della documentazione progettuale già esaminata.

5. Le strutture tecniche o gli Organismi di ispezione incaricati della verifica possono supportare il RUP anche nell'attività di verifica delle offerte anomale in sede di gara e delle perizie di variante in corso d'opera.

6. Lo svolgimento dell'attività di verifica deve essere documentato attraverso la redazione di appositi verbali, in contraddittorio con il progettista, e rapporti del soggetto preposto alla verifica.

7. Il rapporto conclusivo del soggetto preposto alla verifica riporta le risultanze dell'attività svolta e accerta l'avvenuto rilascio da parte del direttore lavori, o del RUP qualora il direttore dei lavori non fosse ancora nominato, della attestazione in merito:

a) alla accessibilità delle aree e degli immobili interessati dai lavori secondo le indicazioni risultanti dagli elaborati progettuali;

b) alla assenza di impedimenti sopravvenuti rispetto agli accertamenti effettuati prima dell'approvazione del progetto;

c) alla conseguente realizzabilità del progetto anche in relazione al terreno, al tracciamento, al sottosuolo e a quanto altro occorre per l'esecuzione dei lavori.

#### **Articolo 42.**

##### ***Responsabilità.***

1. **Nei limiti delle attività di verifica di cui agli articoli 39 e 40, il soggetto incaricato della verifica risponde a titolo di inadempimento del mancato rilievo di errori e omissioni del progetto verificato che ne pregiudichino in tutto o in parte la realizzabilità o la sua utilizzazione.** Il soggetto incaricato della verifica ha la responsabilità degli accertamenti previsti dagli articoli 39 e 40, ivi compresi quelli relativi all'avvenuta acquisizione dei necessari pareri, autorizzazioni e approvazioni, ferma restando l'autonoma responsabilità del progettista circa le scelte progettuali e i procedimenti di calcolo adottati.

2. **Il soggetto incaricato dell'attività di verifica che sia inadempiente agli obblighi posti a suo carico dalla presente sezione e dal contratto di appalto di servizi è tenuto a risarcire i danni derivanti alla stazione appaltante in conseguenza dell'inadempimento ed è escluso per i successivi tre anni dalle attività di verifica. Per i danni non ristorabili, per tipologia o importo, mediante la copertura assicurativa di cui all'articolo 43, resta ferma la responsabilità del soggetto esterno incaricato dell'attività di verifica, la quale opera anche nell'ipotesi di inesigibilità, in tutto o in parte, della prestazione contrattualmente dovuta dall'assicuratore. Nel caso in cui il soggetto incaricato della verifica sia dipendente della stazione appaltante esso risponde nei limiti della copertura assicurativa di cui all'articolo 37, salve la responsabilità disciplinare e per danno erariale secondo le norme**

vigenti.

3. **La validazione del progetto, di cui all'articolo 42, comma 4, del codice, non esime il concorrente che partecipa alla procedura per l'affidamento dell'appalto o della concessione di lavori pubblici dalle responsabilità inerenti a errori od omissioni progettuali.**

#### **Articolo 43.**

##### **Garanzie.**

1. La polizza richiesta al soggetto incaricato dell'attività di verifica ha le seguenti caratteristiche:

a) nel caso di polizza specifica limitata all'incarico di verifica, la polizza deve avere durata fino alla data di rilascio del certificato di collaudo o di regolare esecuzione e un massimale di importo:

- 1) non inferiore al 5 per cento del valore dell'opera, con il limite di 500.000 euro, per lavori di importo inferiore alla soglia stabilita dall'articolo 14 del codice;
- 2) non inferiore al 10 per cento dell'importo dei lavori, con il limite di 1.500.000 euro, nel caso di lavori di importo pari o superiore alla predetta soglia. Per opere di particolare complessità può essere richiesto un massimale superiore a 1.500.000 euro fino al 20 per cento dell'importo dei lavori con il limite di 2.500.000 euro;

b) nel caso in cui il soggetto incaricato dell'attività di verifica sia coperto da una polizza professionale generale per l'intera attività, la polizza deve essere integrata attraverso idonea dichiarazione della compagnia di assicurazione che garantisca le condizioni di cui alla lettera a) per lo specifico progetto.

#### **Articolo 44.**

##### **Acquisizione dei pareri e conclusione delle attività di verifica.**

1. **Il responsabile unico del progetto, acquisiti i previsti pareri, conclude le attività di verifica relative al livello di progettazione da porre a base di gara con l'atto formale di validazione di cui all'articolo 42, comma 4, del codice.**

2. **Avvenuta la validazione del progetto posto a base di gara, ciascuna stazione appaltante, secondo le modalità e le procedure stabilite dal proprio ordinamento, avvia la fase dell'affidamento dei lavori.**

#### **Allegato I.9**

##### **Metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni**

##### **(Articolo 43)**

##### **Articolo 1.**

1. Il presente allegato definisce le modalità e i termini di adozione dei metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni da utilizzare, in relazione a ogni singolo procedimento tecnico-amministrativo all'interno della stazione appaltante, per l'affidamento e l'esecuzione dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture e volti alla manutenzione e alla gestione dell'intero ciclo di vita del cespite immobiliare o infrastrutturale, fino alla sua dismissione. L'utilizzo di questi metodi e strumenti costituisce parametro di valutazione dei requisiti premianti per la qualificazione delle stazioni appaltanti.

2. **Le stazioni appaltanti, prima di adottare i processi relativi alla gestione informativa digitale delle costruzioni per i singoli procedimenti, indipendentemente dalla fase progettuale e dal relativo valore delle opere, provvedono necessariamente a:**

a) **definire e attuare un piano di formazione specifica del personale, secondo i diversi ruoli ricoperti, con particolare riferimento ai metodi e agli strumenti digitali di modellazione, anche per assicurare che quello preposto ad attività amministrative e tecniche consegua adeguata formazione e requisiti di professionalità ed esperienza in riferimento altresì ai profili di responsabili della gestione informativa di cui al comma 3;**

b) **definire e attuare un piano di acquisizione e di manutenzione degli strumenti hardware e software di gestione digitale dei processi decisionali e informativi;**

c) **redigere e adottare un atto di organizzazione per la formale e analitica esplicitazione delle procedure di controllo e gestione volte a digitalizzare il sistema organizzativo dei processi relativi all'affidamento e alla esecuzione dei contratti pubblici, oltre che per la gestione del ciclo di vita dei beni disponibili e indisponibili. Tale atto di organizzazione è integrato con gli eventuali sistemi di gestione e di qualità della stazione appaltante.**

3. **Le stazioni appaltanti che adottano i metodi e gli strumenti di cui al comma 1 nominano un gestore dell'ambiente di condivisione dei dati e almeno un gestore dei processi digitali supportati da modelli informativi. Tali stazioni appaltanti inoltre nominano per ogni intervento un coordinatore dei flussi informativi all'interno della struttura di supporto al responsabile unico di cui all'articolo 15 del codice. Tali gestori e coordinatori devono conseguire adeguata competenza anche mediante la frequenza, con profitto, di appositi corsi di formazione.**

4. **Le stazioni appaltanti adottano un proprio ambiente di condivisione dati, definendone caratteristiche e**

prestazioni, la proprietà dei dati e le modalità per la loro elaborazione, condivisione e gestione nel corso dell'affidamento e della esecuzione dei contratti pubblici, nel rispetto della disciplina del diritto d'autore, della proprietà intellettuale e della riservatezza. I dati e le informazioni per i quali non ricorrono specifiche esigenze di riservatezza ovvero di sicurezza sono resi interoperabili con le banche dati della pubblica amministrazione ai fini del monitoraggio, del controllo e della rendicontazione degli investimenti previsti dal programma triennale dei lavori pubblici e dal programma triennale degli acquisti di beni e servizi. I requisiti informativi sono resi espliciti nei documenti di fattibilità delle alternative progettuali e di indirizzo preliminare e devono permettere l'integrazione delle strutture di dati generati nel corso di tutto il processo.

5. Le stazioni appaltanti utilizzano piattaforme interoperabili mediante formati aperti non proprietari. I dati sono elaborati in modelli informativi disciplinari multidimensionali e orientati a oggetti. Le informazioni prodotte sono gestite tramite flussi informativi digitalizzati all'interno di un ambiente di condivisione dei dati e sono condivise tra tutti i partecipanti al progetto, alla costruzione e alla gestione dell'intervento. I dati sono fruibili secondo formati aperti non proprietari e standardizzati da organismi indipendenti, in conformità alle specifiche tecniche di cui al comma 6, in modo da non richiedere l'utilizzo esclusivo di specifiche applicazioni tecnologiche.

6. Per assicurare uniformità di utilizzo dei metodi e degli strumenti di cui al comma 1, le specifiche tecniche contenute nella documentazione di gara, compreso il capitolato informativo, fanno riferimento alle norme tecniche di cui al regolamento (UE) n. 1025/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2012 nel seguente ordine di rilevanza:

- a) norme tecniche europee di recepimento obbligatorio in tutti i Paesi dell'Unione europea, pubblicate in Italia con la codifica UNI EN oppure UNI EN ISO;
- b) norme tecniche internazionali di recepimento volontario, pubblicate in Italia con la codifica UNI ISO;
- c) norme tecniche nazionali valide negli ambiti non coperti dalle UNI EN e UNI ISO, pubblicate in Italia con la codifica UNI.

7. Ai fini del presente articolo rilevano le norme internazionali recepite dall'Unione europea della serie UNI EN ISO 19650, fungendo altresì da **utile riferimento le norme della serie UNI 11337**. In assenza di norme tecniche di cui alle lettere a), b) e c) del comma 6, si fa riferimento ad altre specifiche tecniche nazionali o internazionali di comprovata validità. Quanto meno nell'ambito della singola stazione appaltante ovvero del singolo ente concedente, l'uniformità può essere ulteriormente incrementata con la predisposizione di documenti e di repertori operativi connessi all'atto di organizzazione di cui al comma 2, lettera c), quali linee guida specifiche o librerie di oggetti informativi da configurare in modo integrato ai preesistenti sistemi di gestione della amministrazione.

8. In caso di affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria, **le stazioni appaltanti predispongono un capitolato informativo da allegare alla documentazione di gara**, coerente con la definizione dei requisiti informativi e con il documento di indirizzo alla progettazione di cui all'articolo 41 del codice e al relativo allegato 1.7, **che contiene almeno:**

- a) i requisiti informativi strategici generali e specifici, compresi i livelli di definizione dei contenuti informativi, tenuto conto della natura dell'opera, della fase di processo e del tipo di appalto;
- b) gli elementi utili alla individuazione dei requisiti di produzione, di gestione, di trasmissione e di archiviazione dei contenuti informativi, in stretta connessione con gli obiettivi decisionali e gestionali, oltre eventualmente al modello informativo relativo allo stato attuale;
- c) la descrizione delle specifiche relative all'ambiente di condivisione dei dati e alle condizioni di proprietà, di accesso e di validità del medesimo, anche rispetto alla tutela e alla sicurezza dei dati e alla riservatezza, alla disciplina del diritto d'autore e della proprietà intellettuale;
- d) le disposizioni relative al mantenimento dei criteri di interoperabilità degli strumenti informativi nel tempo.

9. Per l'avvio di procedure di affidamento di lavori con progetto esecutivo o con appalto integrato, le stazioni appaltanti predispongono un capitolato informativo coerente con il livello di progettazione posto a base di gara. I documenti contrattuali disciplinano gli obblighi dell'appaltatore in materia di gestione informativa digitale delle costruzioni.

10. Per gli affidamenti di cui ai commi 8 e 9 valgono, in particolare, le seguenti regole:

- a) la documentazione di gara è resa disponibile tra le parti, tramite l'ambiente di condivisione dei dati, su supporto informatico per mezzo di formati digitali coerenti con la natura del contenuto dei documenti e con quanto previsto dal capitolato informativo;
- b) il partecipante alla procedura competitiva con utilizzo del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa presenta un'offerta di gestione informativa in risposta ai requisiti richiesti nel capitolato informativo;
- c) l'affidatario, dopo la stipula del contratto e prima dell'avvio della esecuzione dello stesso, predispose un piano di gestione informativa, da sottoporre all'approvazione della stazione appaltante, soggetto a eventuali aggiornamenti e modifiche nel corso dell'esecuzione del contratto;
- d) la consegna di tutti i contenuti informativi richiesti avviene tramite l'ambiente di condivisione dei dati della

stazione appaltante;

e) il soggetto affidatario cura il coordinamento della gestione informativa per rendere i dati compatibili tra loro, nel rispetto del capitolato informativo e del piano di gestione informativa presentato;

f) l'attività di verifica della progettazione di cui all'articolo 42 del codice è effettuata avvalendosi dei metodi e degli strumenti di cui al comma 1 del presente articolo;

g) fino all'introduzione obbligatoria dei metodi e degli strumenti di cui al comma 1, la prevalenza contrattuale dei contenuti informativi è definita dalla loro esplicitazione tramite elaborati grafici e documentali in stretta coerenza, possibilmente, con il modello informativo per quanto concerne i contenuti geometrico dimensionali e alfanumerici;

h) la documentazione di gara può essere resa disponibile anche in formato digitale, fermo restando che a tutti gli effetti, in caso di mancata coerenza tra modello informativo e documentazione grafica tradizionale, è considerata valida quella tradizionale;

i) a decorrere dall'introduzione obbligatoria dei metodi e degli strumenti di cui al comma 1, la prevalenza contrattuale dei contenuti informativi è definita dai modelli informativi nei limiti in cui ciò sia praticabile tecnologicamente. I contenuti informativi devono, in ogni caso, essere relazionati al modello informativo all'interno dell'ambiente di condivisione dei dati.

11. Il coordinamento, la direzione e il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dei contratti pubblici, possono essere svolti mediante l'utilizzo dei metodi e degli strumenti di gestione informativa digitale. A questo fine, **se il direttore dei lavori non è in possesso delle competenze necessarie, all'interno del suo ufficio è nominato un coordinatore dei flussi informativi. Per il collaudo finale o la verifica di conformità, l'affidatario consegna il modello informativo dell'opera realizzata per la successiva gestione del ciclo di vita del cespite immobiliare o infrastrutturale. La verifica di questo modello rientra fra le attività di collaudo e di verifica di conformità.**

12. Nella formulazione dei requisiti informativi da parte delle stazioni appaltanti e degli enti concedenti possono essere definiti, per la loro successiva rigorosa attuazione nel corso dell'esecuzione dei contratti pubblici, usi specifici, metodologie operative, processi organizzativi e soluzioni tecnologiche, quali oggetti di valutazione ai fini della **premieria**, ove ammissibile, dei contenuti delle offerte dei candidati. In particolare, possono essere definiti requisiti e proposte:

a) per l'integrazione della gestione delle informazioni con la gestione del progetto e con la gestione del rischio;

b) per facilitare la gestione dell'ambiente di condivisione dei dati nell'ambito della *cyber security*;

c) per incrementare il livello di protezione, di riservatezza e di sicurezza dei dati, con particolare riferimento all'ambiente di condivisione dei dati;

d) per utilizzare i metodi e gli strumenti elettronici per raggiungere obiettivi di sostenibilità ambientali anche attraverso i principi del *green public procurement*;

e) per incrementare, in senso computazionale, attraverso il piano di gestione informativa, la produzione e la consegna dei modelli informativi e il loro collegamento con gli altri contenuti informativi presenti nell'ambiente di condivisione dei dati;

f) che consentano alla stazione appaltante di disporre di dati e informazioni utili per l'esercizio delle proprie funzioni ovvero per il mantenimento delle caratteristiche di interoperabilità dei modelli informativi;

g) con riferimento alla fase di progettazione, che consentano di supportare digitalmente i processi autorizzativi;

h) con riferimento alla fase di progettazione, che consentano di supportare digitalmente le attività di verifica e di validazione dei progetti;

i) per supportare la formulazione e la valutazione di varianti migliorative e di mitigazione del rischio;

l) con riferimento alla fase di esecuzione dei lavori, per incrementare la transizione dalla progettazione esecutiva alla progettazione costruttiva, a dispositivi digitali relativi alla modellazione informativa multi-dimensionale attinente al monitoraggio e al controllo dell'avanzamento temporale ed economico dei lavori, al ricorso a soluzioni tecnologiche di realtà aumentata e immersiva;

m) con riferimento alla fase di esecuzione dei lavori, per incrementare digitalmente le condizioni di salute e di sicurezza nei cantieri;

n) con riferimento alla fase di esecuzione dei lavori, per incrementare digitalmente le condizioni relative alla gestione ambientale e circolare nei cantieri;

o) con riferimento alla fase di esecuzione dei lavori, per incrementare le condizioni di comunicazione e di interconnessione tra le entità presenti in cantiere finalizzate a facilitare le relazioni intercorrenti tra le parti in causa;

p) con riferimento alla fase di esecuzione dei lavori, relative a modalità digitali per la tracciabilità dei materiali e delle forniture e per la tracciabilità dei processi di produzione e montaggio, anche ai fini del controllo dei costi del ciclo di vita dell'opera;

q) con riferimento alla fase di esecuzione dei lavori, relative alla dotazione, al termine degli stessi, del corredo informativo utile all'avvio del funzionamento del cespite e delle attività a esso connesse;

r) con riferimento alla fase di gestione delle opere, che permettano di supportare digitalmente il governo delle

prestazioni del cespite e i suoi livelli di fruibilità.

13. Con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti è istituita, senza nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica, una commissione per il monitoraggio degli esiti, delle difficoltà incontrate dalle stazioni appaltanti in fase di applicazione delle disposizioni del presente allegato, nonché per individuare misure preventive o correttive per il loro superamento, anche al fine di consentire l'aggiornamento di tali disposizioni.

### 1.3 La normativa volontaria: la UNI 11337-parte 5

La Sezione Gestionale del Capitolato Informativo secondo la norma UNI 11337-parte 5 prevede quanto di seguito riportato (in blu la declaratoria, in nero una più ampia spiegazione).

## 3. SEZIONE GESTIONALE

- 3.1 Obiettivi informativi strategici e usi dei modelli e degli elaborati

La definizione degli obiettivi e degli usi per cui i modelli dovranno essere sviluppati rappresenta una fase imprescindibile all'interno di un processo BIM. E' in questa area che sono identificate le prestazioni informative che i modelli dovranno soddisfare. La corretta definizione di obiettivi ed usi è il primo passo per promuovere un processo funzionale che possa iniziare con una fine chiara e precisa in mente.

In questa sezione si definiscono gli obiettivi e gli usi dei modelli in funzione delle fasi del processo.

- 3.1.1 Obiettivi del modello in relazione alle fasi del processo

Il committente definisce gli obiettivi a cui i modelli dovranno rispondere durante le diverse fasi di sviluppo del progetto. E' buona norma che gli obiettivi siano definiti sia per la fase in generale che per i singoli modelli che si desidera siano sviluppati durante la fase stessa.

Con altre parole

Nella presente sezione il committente definisce gli obiettivi dei modelli richiesti all'affidatario in relazione a ciascuna fase del processo. I contenuti di cui sopra possono essere raccolti in forma tabellare, come presentato nel seguente prospetto. Vedere anche appendice I della UNI 11337-4

### Obiettivi del modello in relazione alle fasi del processo (esempio non esaustivo)

Fase	Obiettivo	Modello	Obiettivo
Autorizzativa	Definizione degli spazi, definizione delle prestazioni a livello di spazi e ottenimento di autorizzazioni e pareri	ARCH	Ottenimento permesso di costruire
		STRUTT	Predimensionamento
		MEP	Ottenimento ex L.10/91 e smi
		Altri	Altri
Tecnologia	Definizione delle tecnologie	tutti	Gara per individuazione appaltatore
		tutti	Altri
Altro	.....	.....	.....

Tramite l'adozione di una metodologia di progettazione BIM la SA intende razionalizzare le attività di progettazione garantendo a tutta la filiera un sistema di interscambio e reperibilità di dati efficiente, trasparente ed efficace.

I modelli informativi prodotti dal Prestatore del servizio dovranno garantire almeno il raggiungimento dei seguenti obiettivi minimi:

Fase	Obiettivo della fase	Modello	Obiettivo del modello
		Tutti	Definizione dei costi e delle tempistiche per la realizzazione dell'opera
		Architettonico	Individuazione degli spazi delle opere civili connesse alla realizzazione dell'infrastruttura Valutazione dell'inserimento paesaggistico delle opere da realizzare Ottenimento dei permessi dagli enti preposti
		Infrastruttura	Definizione puntuale della tecnologia prevista Definizione delle caratteristiche dell'infrastruttura (studio puntuale del tracciato plano-altimetrico in termini di coordinate x, y e livelletta)
		Stato di fatto	Analisi dei luoghi interessati dall'iniziativa Analisi di eventuali sottoservizi e sovraservizi presenti interferenti con l'opera Fornire il modello di contesto per tutte le altre discipline
		Strutturale	Dimensionamento delle strutture
		Impianti meccanici/urbanizzazioni	Dimensionamento delle reti di smaltimento dell'acqua di piattaforma Sistemazione delle eventuali interferenze con sottoservizi esistenti (reti acque bianche, nere, acquedotto, distribuzione gas, ecc.) Ottenimento dei pareri dagli enti gestori
		Impianti elettrici	Progettazione della trazione elettrica e delle sottostazioni elettriche Sistemazione delle eventuali interferenze con sottoservizi e sovraservizi esistenti (distribuzione elettrica, cablaggio strutturale, rete telefonica, ecc.) Ottenimento dei pareri dagli enti gestori
		Sicurezza	Analisi dei cantieri, con individuazione delle fasi operative Progettazione delle misure di sicurezza per la realizzazione dell'opera Dimensionamento dei cantieri e delle aree di supporto logistico ai cantieri (depositi, baracche di cantiere, apprestamenti, ecc.) Simulazione dell'impatto dei lavori sulle viabilità interferite e sui luoghi interessati dalle lavorazioni
		Modello per verifica interferenze	Controllo della qualità dei modelli realizzati e dell'assenza di interferenze tra modelli di differenti discipline
		Modelli di layout	Generazione dei modelli federati Visualizzazione 3d dell'intervento Generazione degli elaborati grafici

- 3.1.2b Usi del modello in relazione agli obiettivi definiti

Stabiliti gli obiettivi sulla fase e sui modelli è possibile declinare per questi ultimi gli usi per cui i modelli stessi dovranno essere impiegati durante l'esecuzione del progetto

Nella presente sezione il committente definisce gli usi che i modelli prodotti dall'affidatario devono consentire. I contenuti di cui sopra possono essere raccolti in forma tabellare, come presentato nel prospetto seguente

## Usi dei modelli informativi

Stato evoluzione opere	Fase	MODELLI BIM DISCIPLINARI						
		Architettonico	Strutture	Facciate	Impianti meccanici	Impianti elettrici	Impianti idrico-sanitari	Reti informatiche
Produzione	Costruzione							
	Collaudo							
Consegna	Messa in esercizio							

È richiesto al Prestatore del servizio di generare i modelli di progetto esecutivo. Il Prestatore del servizio è tenuto inoltre a:

- coordinare tra loro i modelli disciplinari di progetto esecutivo attraverso il modello di layout
- utilizzare i modelli di progetto esecutivo per la produzione degli elaborati grafici del progetto, per quanto attualmente reso possibile dai limiti tecnologici del BIM
- individuare, analizzare ed eliminare le interferenze che dovessero rendersi evidenti nel processo di model checking
- utilizzare i modelli del progetto esecutivo per la programmazione delle tempistiche di realizzazione dell'opera
- utilizzare i modelli di progetto esecutivo per la stima dei costi delle lavorazioni.

Il Prestatore del servizio è tenuto a realizzare i modelli del progetto esecutivo con un livello di dettaglio pari a LOD E secondo le indicazioni date della UNI 11337-4:2017.

LOD E, oggetto specifico.

“Le entità sono virtualizzate graficamente come uno specifico sistema geometrico specifico. Le caratteristiche quantitative e qualitative (prestazioni, dimensione, forma, ubicazione, orientamento, costo, ecc..) sono specifiche di un singolo sistema produttivo legato ad un prodotto definito. E' definito il dettaglio relativo alla fabbricazione, l'assemblaggio e all'installazione, compresi gli specifici ingombri di manovra e manutenzione.

- [3.1.3 Elaborato grafico digitale](#)

Sono qui identificati gli elaborati grafici che il committente richiede siano realizzati e/o estrapolati dal modello. Se gli usi definiti prevedono l'estrazione di elaborati grafici dal modello, sono qui definiti gli elaborati minimi richiesti esplicitando inoltre eventuali elaborati di accompagnamento non direttamente ricavabili dal modello.

Con altre parole

Nella presente sezione il committente definisce gli elaborati grafici digitali minimi richiesti. L'affidatario specifica nella propria OGI, e successivamente nel proprio PGI, le viste offerte per garantire la prestazione richiestagli. I contenuti di cui sopra possono essere raccolti in forma tabellare, come presentato nel seguente prospetto.

### Esempio di elaborati grafici digitali richiesti

ELABORATI RICHIESTI		
ELABORATO	NOTA	ORIGINE
Piante	Per ogni piano fuori terra	da modello
	Per ogni piano interrato	
	Piano copertura	
Sezioni	Significative	da modello
Prospetti	Tutti	da modello
Abachi	Porte e finestre	da modello

Nodi	Significativi per tecnologia	Elaborato grafico
Permesso di costruire	Copia completa	esterno
Elaborati documentali	Tutti	da modello
Altro	Altro	

Il Prestatore del servizio inserirà nel pGI l'elenco elaborati di progetto esecutivo, redatto in accordo con la Stazione Appaltante, che dovrà garantire il raggiungimento degli obiettivi della fase di progettazione definitiva, come precedentemente esposti al paragrafo 3.8.

Nel pGI il Prestatore del servizio sarà inoltre tenuto ad indicare quali degli elaborati grafici presenti nell'elenco elaborati del progetto esecutivo non verranno estratti dai modelli informativi attraverso l'utilizzo dei Modelli di Layout e dovrà giustificare tale scelta. Si sottolinea che in linea generale gli elaborati grafici dovranno essere estratti da BIM e potranno essere generati con altri sistemi (esempio CAD 2d) quando:

- la scala degli elaborati sia inferiore ad 1:20
- il grado di dettaglio rappresentato nell'elaborato grafico sia superiore al grado di dettaglio che è possibile realizzare (limite tecnologico BIM)
- le opere rappresentate sono progettate con software specialistici non attualmente interfacciabili con strumenti BIM (limite tecnologico BIM)

Si richiede al Prestatore del servizio di dare indicazioni anche nell'OdGI in merito a questo tema, in particolare evidenziando gli accorgimenti e le tecnologie che adotterà per consentire il più ampio sfruttamento dei modelli BIM per l'estrazione degli elaborati grafici di progetto.

- [3.1.4 Definizione degli elaborati informativi](#)

Come ben noto, oltre agli elaborati grafici sopra identificati, la realizzazione di un progetto richiede la definizione di una moltitudine di elaborati informativi. In questa sezione sono definite le richieste in merito ai diversi elaborati informativi da suddividere nelle diverse fasi del processo.

Con altre parole

Nella presente sezione il committente definisce gli elaborati informativi minimi richiesti per la prestazione, differenziati in termini di approfondimento informativo per ciascuna fase di progetto che l'affidatario è tenuto a fornire. Sono fatti salvi quelli vincolanti e/o necessari all'ottenimento di permessi, autorizzazioni, o altro, che possono non essere riportati in modo esplicito.

I contenuti di cui sopra possono essere raccolti in forma tabellare

Gli elaborati di tipo informativo (relazioni specialistiche, capitolati, stime dei costi, ecc.) saranno definiti dal Prestatore del servizio, in accordo con la Stazione Appaltante, all'interno del pGI. Gli elaborati informativi prodotti per il progetto esecutivo dovranno essere sufficienti per il raggiungimento degli obiettivi della fase di progettazione esecutiva, come precedentemente esposti al paragrafo 3.8.

- [3.2 Livelli di sviluppo degli oggetti e delle schede informative](#)

Sono qui definiti dal committente i livelli di sviluppo degli oggetti digitali in funzione delle diverse fasi di sviluppo del progetto e dei diversi modelli coinvolti. Vista la pluralità di metriche ad oggi esistenti (USA, UK, Italia) è necessario che sia specificata a quale metrica si fa riferimento specificando eventualmente l'anno di definizione nel caso in cui siano stati definiti aggiornamenti sulle metriche stesse. Oltre alle definizioni già esistenti nel C.I. è possibile definire una scala di valutazione studiata ad hoc che dovrà però contenere tutti gli elementi necessari per evitare ambiguità sia in termini grafici che di contenuto informativo.

Con altre parole

Nella presente sezione il committente specifica il sistema di riferimento prescelto per la definizione del livello di sviluppo grafico e informativo degli oggetti relativi ai differenti modelli disciplinari. Il committente deve sempre indicare a quale norma o specifica tecnica faccia riferimento, indicandone la versione e l'anno.

Il committente definisce i gradi di approfondimento informativo (minimo, massimo, richiesto, o altro) degli oggetti di ciascun modello disciplinare, in ragione delle diverse fasi di progetto.

La definizione di LOD deve preferibilmente essere specifica per ciascuna entità dell'opera (muri, solai, finestre,

ecc..) per ciascuna disciplina e per ciascuna fase del processo (vedere UNI 11337-4).

Può essere indicato a livello orientativo un LOD sintetico riferibile agli oggetti caratteristici della fase e della disciplina.

Si ricorda che nello stesso modello e nella stessa fase possono coesistere oggetti a LOD differenti in funzione delle esigenze espresse.

Con Livello di Sviluppo o Definizione si indica la ricchezza, sia geometrica che informativa, dei componenti connessi ai modelli. L'acronimo internazionalmente riconosciuto è LOD (Level of Development). Oltre alla ricchezza del contenuto, i LOD devono essere coerenti con la fase corrispondente del processo. Questa caratteristica definisce la stabilità del dato. Per la modellazione connessa alle opere pubbliche programmate si è scelto di riferirsi ad un'unica norma, dato che sono diverse quelle autorevoli disponibili per i progettisti. La scelta di riferirsi ad un unico standard condurrà ad una semplice e rigorosa definizione dello sviluppo dei componenti che viceversa potrebbe essere interpretabile. Lo standard scelto è quello contenuto all'interno della norma UNI 11337-4:2017 dal titolo 'Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti'. Si consiglia ai progettisti di dotarsi della norma sopracitata. Non sono ammessi standard differenti da quelli descritti nella norma UNI 11337-4. La norma identifica i livelli di sviluppo in una scala alfabetica a partire dalla lettera A maiuscola:

- LOD A oggetto simbolico (2D)
- LOD B oggetto generico (Ingombro)
- LOD C oggetto definito
- LOD D oggetto dettagliato
- LOD E oggetto specifico (prodotto e commercializzato)
- LOD F oggetto eseguito (As built)

Il proponente nell'offerta della gestione informativa dovrà indicare:

- a) Un prospetto dettagliato facendo riferimento non alle discipline ma alle principali classes IFC e indicando il corrispondente livello di definizione LOD;
- b) La metodologia e il flusso di lavoro per validare i livelli di definizione dei modelli;
- c) Eventuali approfondimenti e miglioramenti dei LOD;
- d) Come intende dettagliare e approfondire gli oggetti in funzione dei Model Use richiesti.

La Stazione Appaltante inoltre richiede le seguenti specifiche:

- Tutte le librerie di componenti e sistemi devono essere create con la piattaforma di Authoring Scelta (Revit, Archicad, Allplan etc.). Non saranno accettate librerie che riportino geometrie importate non native (mesh importate);
- Le librerie dovranno essere denominate correttamente e contenere set di parametri armonizzati con i componenti della stessa categoria;
- Librerie scaricate da produttori sono ammesse purché siano coerenti con il LOD richiesto (stabilità) e che siano aggiornate con gli standard di progetto correnti;
- Ogni elemento deve essere identificato con un codice Univoco GUID;
- Ogni elemento deve riportare il codice o i codici di classificazione;
- Se agli elementi sono associate Schede Informative di Prodotto (PDS-Product Data Sheet) queste andranno relazionate sulla piattaforma di Authoring, sul file IFC come attributi.
- Si consiglia di adeguare gli standard degli oggetti a quanto descritto nella guida "NBS BIM Object Standard".

Fermo restando il livello di sviluppo richiesto per i modelli del progetto esecutivo pari a LOD E (secondo definizione della UNI 11337-4:2017), come precedentemente definito al paragrafo 4.1.2, il Prestatore del servizio è tenuto ad inserire e motivare nel pGI eventuali scostamenti dal livello di sviluppo richiesto dalla Stazione Appaltante, che potranno essere ammissibili solamente per specifiche categorie di oggetti, qualora allo stato attuale vi siano limiti tecnologici legati alle tecnologie BIM.

Si richiede al Prestatore del servizio di dare indicazioni anche nell'OdGI in merito a questo tema, in particolare evidenziando gli accorgimenti e le tecnologie che adotterà per rispettare il livello di sviluppo richiesto da questo Capitolato Informativo (LOD E) nella produzione dei modelli di progetto esecutivo.

- [Definizione del flusso informativo dell'intervento](#)

Il Prestatore del servizio è tenuto a mettere a disposizione una piattaforma per la condivisione dei dati ACDat. Si rimanda al precedente paragrafo 3.3.1 per le caratteristiche tecniche del sistema. Qui si pone l'attenzione sulle caratteristiche di gestione del flusso informativo all'interno della piattaforma. Il sistema ACDat dovrà garantire:

- la possibilità di upload/download dei modelli BIM e degli elaborati grafici in progress da parte del Gruppo di Progettazione, per consentire l'efficace scambio di dati ed informazioni tra i progettisti durante la fase di progettazione

- la possibilità, per i referenti del gruppo di progettazione, di sottoporre per approvazione i modelli BIM e gli elaborati grafici prodotti durante la fase di progettazione
  - il download dei modelli BIM e degli elaborati grafici da parte della Stazione Appaltante, dei suoi consulenti esterni, degli Enti preposti al rilascio delle Autorizzazioni, del Gruppo per la Verifica del progetto
  - la possibilità per i soggetti preposti alla Verifica del Progetto e/o per la Stazione Appaltante di respingere i modelli BIM e gli elaborati grafici che devono essere modificati dal Prestatore del servizio per poter essere conformi agli obiettivi della fase progettuale
  - la possibilità per la Stazione Appaltante e/o i soggetti preposti alla Verifica del Progetto di approvare gli elaborati progettuali ed i modelli BIM.
- 3.3 Ruoli, responsabilità e autorità ai fini informativi

Nella presente sezione il committente identifica i riferimenti delle figure presenti all'interno della propria struttura aziendale, cui l'affidatario può rivolgersi.

- 3.3.2 Definizione della struttura informativa interna della Stazione Appaltante

Il committente specifica in questa sezione la propria struttura in modo da chiarire la sua posizione all'interno del processo.

La Stazione Appaltante comunicherà in fase di stesura del pGI la propria struttura organizzativa preposta per la gestione informativa durante lo sviluppo dell'iniziativa.

- 3.3.2 Definizione della struttura informativa del Prestatore del servizio e della sua filiera

L'affidatario è tenuto a esplicitare la propria struttura organizzativa nelle componenti interessate dalle attività definite all'interno del C.I. Nel caso di sub-appaltatori è necessario identificare il rapporto tra l'affidatario e questi ultimi evidenziandoli all'interno della struttura per chiarire dove questi intervengono e con quali aree della struttura principale si vanno ad interfacciare  
con altre parole

Il committente richiede che l'affidatario dichiari, nella propria OGI e successivamente nel proprio PGI, il flusso di ruoli e relazioni dei soggetti interessati.

Il Prestatore del servizio è tenuto ad esplicitare nella OdGI e nel pGI la propria struttura organizzativa per la gestione informativa della commessa.

L'Ente Appaltante richiede che per le progettazioni vengano utilizzate professionalità con specifiche competenze, sia per quanto riguarda le singole discipline progettuali, sia per quanto riguarda la gestione, il controllo e la creazione dei modelli digitali, anche riferendosi ai differenti Usi del Modello richiesti ed eventualmente integrati dal concorrente/aggiudicatario.

È richiesta almeno l'individuazione dei ruoli indicati nel prospetto seguente:

- 3.3.3 Identificazione dei soggetti professionali

In riferimento alla struttura di gestione specifica al punto precedente è richiesto che l'affidatario specifichi i riferimenti dei soggetti coinvolti nel progetto evidenziandone il ruolo ed i contatti.

Con altre parole

In questa sezione il committente chiede all'affidatario di identificare e specificare, nella propria OGI e successivamente nel proprio PGI, i riferimenti delle figure interessate (ai fini informativi) allo specifico intervento in questione all'interno della propria struttura aziendale, differenziandole per disciplina e/o specializzazione.

In fase di stesura dell'OdGI e del pGI il Prestatore del servizio è tenuto ad indicare i soggetti professionali appartenenti alla propria struttura informativa. Per ogni soggetto dovrà essere indicato: ruolo, qualifica, nome e cognome, azienda di appartenenza, telefono, email.

In conformità all'offerta del proponente, all'interno dell'OGI devono essere indentificati i soggetti professionali e la

struttura informativa del concorrente e di tutta la sua filiera, inserendo anche i Curriculum Vitae dei soggetti responsabili indicati. All'interno dei CV devono essere facilmente identificabili le esperienze collegate a processi di modellazione informativa. Il concorrente delinea un prospetto in cui indicherà tutti i soggetti, di tutta la filiera, che ricopriranno un ruolo nella modellazione informativa dei progetti.

Tali soggetti possono coincidere con quelli indicati nel Capitolato speciale descrittivo e prestazionale e nel Disciplinare di gara. Inoltre, per ciascuno dei modelli informativi e/o per ciascuno degli usi dei modelli deve essere identificato un responsabile.

Qualora uno o più soggetti costituenti la struttura di gestione informativa messa a disposizione dal Prestatore del servizio, per cause di forza maggiore, dovessero variare tra OdGI e pGI, il Prestatore del servizio dovrà comunque garantire che i professionisti indicati nel pGI siano di livello equivalente rispetto ai professionisti precedentemente indicati ed, in ogni caso, dovrà ottenere autorizzazione scritta da parte del RUP.

RUOLO	DESCRIZIONE
<b>BIM Manager</b> Gestore delle Informazioni	Opera a livello aziendale ed il suo ruolo è sostanzialmente strategico. Si occupa della gestione delle risorse, di direzionare lo sviluppo degli standard. Si interfaccia con la Stazione Appaltante. Responsabile per la gestione e per la manutenzione dell'ACDat, del suo contenuto e delle applicazioni informative in genere.
<b>BIM Coordinator</b> Coordinatore delle Informazioni	È una figura gestionale di progetto ed è l'interprete nel contesto dello specifico metodo e degli specifici strumenti BIM. Responsabile per la declinazione delle regole generali di coordinamento informativo tra più modelli. Si interfaccia con gli organi superiori, quali il gestore delle informazioni e con i modellatori delle informazioni.
<b>Project Delivery Manager / Document Controller</b>	Coordina il processo di consegna delle informazioni (delivery process), l'accuratezza del modello e la rispondenza in termini temporali dell'andamento del progetto.
<b>Responsabile per la sicurezza dei dati</b>	Si occupa in maniera esclusiva della materia della protezione dei dati personali e dei dati inerenti il progetto, aggiornandosi sui rischi e le misure di sicurezza da adottare.
<b>Team Manager Disciplinare</b>	Figura responsabile del proprio team disciplinare. Coordina il proprio team e recepisce le indicazioni del BIM Coordinator e del BIM Manager. Controlla le consegne in capo al proprio team. Si può interfacciare anche con la stazione appaltante.
<b>BIM Specialist Disciplinare</b>	È una figura con un'altissima conoscenza del software, con mansioni specifiche su alcune attività e su determinate discipline.
<b>BIM Modeler</b> Modellatore delle Informazioni	Si occupa della modellazione informativa.

- 3.4 Caratteristiche informative di modelli, oggetti e/o elaborati messi a disposizione dalla Stazione Appaltante

Il committente può mettere a disposizione dell'affidatario diversi modelli, oggetti e/o elaborati. Per questi è necessario identificare le caratteristiche informative in modo che siano facilmente interpretabili da entrambe le parti. In questa sezione è inoltre possibile definire eventuali linee guida e/o documenti di approfondimento per chiarire l'espletamento di alcune specifiche richieste avanzate all'interno del C.I. (codifica, librerie, ecc..) con altre parole

Nella presente sezione il committente specifica le caratteristiche informative di modelli, oggetti e/o elaborati che mette a disposizione l'affidatario.

Nel caso in cui le suddette caratteristiche vengano recepite ed approvate tra le parti nel PGI, l'affidatario è tenuto ad utilizzare tali contenuti come riferimenti, secondo le specifiche di contratto, al fine di indirizzare tali contenuti come riferimenti, secondo le specifiche di contratto, al fine di indirizzare la redazione dei modelli grafici e degli oggetti verso uno sviluppo lineare e univoco anche all'interno delle fasi di coordinamento e verifica.

Nel caso in cui l'affidatario sia già in possesso di propri riferimenti informativi, ritenuti adeguati da parte del committente per l'intervento in esame, può continuare ad utilizzarli, affiancando a teli contenuti, quelli proposti dal committente.

Trova spazio in questa sezione anche l'eventuale esemplificazione da parte del committente dei contenuti sopra identificati in modo che questi possano essere correttamente interpretati da parte dell'affidatario e quindi correttamente inseriti all'interno della OGI e successivamente del PGI.

Ad es. si riporta un elenco di tali caratteristiche:

- documentazione preliminare relativa allo specifico intervento;
- linee guida per la redazione di una tipologia di codifica degli oggetti, modelli, ecc.
- linee guida per la redazione di una tipologia di schemi di impaginazione relativi ad oggetti, modelli, ecc;
- linee guida per la redazione di librerie oggetti, ecc.

La Stazione Appaltante mette a disposizione del Prestatore del servizio il progetto definitivo, in formato non editabile pdf ed in formato editabile per tutte le parti disponibili.

- 3.5 Strutturazione e organizzazione della modellazione digitale

- 3.5.1 Strutturazione dei modelli disciplinari

Il committente può definire in questa sezione la struttura che la destrutturazione del progetto in diversi modelli disciplinari dovrà seguire. Possono essere definiti puntualmente i modelli richiesti o più generalmente i criteri di suddivisione purché nel primo caso non si diano eccessivi vincoli che inficino il corretto sviluppo del processo e nel secondo non si crei eccessiva aleatorietà.

Il Prestatore del servizio è tenuto a definire una specifica struttura del processo informativo, che andrà a descrivere all'interno dell'OdGI e del pGI. La struttura proposta dovrà prevedere almeno le seguenti caratteristiche:

- i modelli disciplinari prodotti dovranno almeno essere quelli corrispondenti alle discipline specialistiche di progetto individuate nei precedenti paragrafi di questo documento
- la nomenclatura dei modelli dovrà essere ideata in modo da definire, in maniera concisa ed efficace, almeno le seguenti informazioni:
  - codice della commessa;
  - disciplina;
  - fase del progetto;
- o tipo di veicolo (modello o elaborato);
  - zona/identificazione geografica;
  - paternità (ovvero sigla del professionista/società che ha redatto il modello)
- la struttura proposta deve tenere in considerazione il vincolo di cui al paragrafo 4.6.4 sulla dimensione massima dei file di modellazione.

Il Prestatore del servizio sarà tenuto ad identificare esplicitamente, nel pGI, il contenuto dei modelli disciplinari previsti (ad esempio: modello strutturale – comprende al suo interno gli oggetti relativi agli elementi strutturali dell'infrastruttura come ad esempio la piattaforma viaria, i muri di contenimento, ecc.).

- 3.5.2 Programmazione temporale della modellazione e del processo informativo

In questa sezione l'affidatario dovrà esplicitare i tempi con cui intende sviluppare il progetto definito nel C.I. L'esplicitazione dei tempi potrà avvenire mediante un grafico GANTT. E' buona norma richiedere che siano inclusi anche i tempi per la messa in servizio delle diverse infrastrutture hardware e software richieste nel C.I. e/o specificate nell'offerta di gestione informativa.

Il Prestatore del servizio dovrà descrivere nel pGI i tempi della modellazione di tutte le discipline previste come anche i tempi di predisposizione delle infrastrutture informative richieste nel presente capitolato.

In questa sezione la stazione appaltante richiede la definizione di una panoramica del processo che il proponente intende adottare per garantire gli obiettivi e gli usi minimi richiesti nel presente documento. La mappa procedurale che il proponente dovrà redigere sarà necessaria per comprendere l'intero processo BIM, lo scambio di informazioni tra le parti e verso la committenza e infine fornirà una panoramica su come i diversi BIM Uses verranno eseguiti durante lo svolgimento della commessa. All'interno della mappa di processo il concorrente dovrà fornire come indicazione:

- I Team Disciplinari coinvolti;

- Adempimento dei BIM Uses minimi con riferimento alle fasi in cui verranno implementati; Stima dei tempi di modellazione per i modelli disciplinari nelle differenti fasi;
- Flusso di informazioni tra i team disciplinari e verso la stazione appaltante;
- Indicazione delle consegne principali e Punti Decisionali in cui si intende coinvolgere il committente.

- **3.5.3 Protocolli di modellazione e Coordinamento modelli**

Il coordinamento tra i diversi modelli definiti all'interno del progetto è un'attività ciclica che deve essere ripetuta diverse volte durante il processo. In questa sezione il committente definisce gli intervalli temporali per l'esecuzione delle verifiche di coordinamento nonché gli output che vuole siano forniti per poter controllare l'effettivo e corretto espletamento delle stesse.

Protocolli di modellazione. La definizione delle proprietà del modello resta in capo all'aggiudicatario, salvo il soddisfacimento dei requisiti minimi del capitolato informativo e le direttive espresse nel pGI e nei documenti di progetto. L'aggiudicatario in fase di definizione del pGI dovrà redigere apposita sezione in cui confluiranno gli standard (BIM Modelling Standard) del progetto. Tali standard andranno recepiti e adottati da tutti i membri del team.

I BIM Modelling Standard dovranno contenere ed indirizzare come minimo i seguenti elementi:

- Template di progetto con definizione della Starting View;
- Informazioni Generali di progetto (Project ID Number, Project Name, etc);
- Protocolli di modellazione;
- Classificazione degli elementi e loro posizionamento (Hosting);
- Convenzione di denominazione di modelli, viste, sistemi, oggetti, materiali e finiture;
- Convenzione di denominazione dei parametri, e protocollo per i parametri condivisi;
- Minimum Information Requirements per gli oggetti;
- Parametri per mappatura IFC;

Coordinamento dei modelli. Si richiede con cadenza mensile una verifica di coordinamento rispetto al contenuto informativo dei diversi oggetti contenuti nel modello. Per questa attività si richiede inoltre la sottomissione alla SA di un rapporto in cui siano evidenziate: eventuali incongruenze rispetto alle richieste di codifica e classificazione definite nel presente capitolato; le operazioni previste per allineare il modello alle richieste della SA.

Il Prestatore del servizio sarà inoltre tenuto a dare contezza del coordinamento intra ed inter- disciplinare svolto sui modelli in produzione, pubblicando su ACDat i report prodotti per la risoluzione delle interferenze. L'evidenza dell'avvenuta correzione delle criticità rilevate in un report sarà data dal Prestatore del servizio con la pubblicazione dei report successivi svolti sui modelli che hanno risolto le criticità.

Il Prestatore del servizio sarà tenuto a consegnare per approvazione solamente modelli coordinati. A garanzia di ciò dovranno essere allegati ai modelli i report di verifica delle interferenze (interne ed inter-disciplinari) ove non risulteranno criticità ancora aperte (ovvero saranno report in cui non vi sono evidenziate criticità ovvero le criticità presenti sono approvate in accordo con la SA).

- **3.5.4 Dimensione massima dei file di modellazione**

Data la dislocazione geografica con cui i modelli possono essere gestiti in termini di localizzazione dell'affidatario, della sua filiera e della committenza, è indispensabile che le dimensioni dei modelli siano tali da garantire accessibilità e utilizzabilità tramite rete. In funzione delle specifiche caratteristiche dell'infrastruttura di rete potranno qui essere definite le dimensioni massime che i modelli dovranno avere.

Al fine di assicurare la operabilità dei singoli modelli e prevenire il rischio di corruzione dei database lo sviluppo dei singoli modelli disciplinari o di zona non dovrà eccedere il limite di 200 Mb.

- **3.5.5 Sicurezza in cantiere/Gestione del progetto costruttivo**

Il committente può richiedere che siano sviluppati modelli specifici relativi alla gestione ed alla sicurezza in cantiere in modo da simulare quest'ultimo con la modellazione degli apprestamenti necessari all'esecuzione delle attività di cantiere in sicurezza.

- **3.6 Politiche per la tutela e la sicurezza del contenuto informativo**

La sicurezza informatica rappresenta uno dei punti fondamentali all'interno di processi digitali. In questa sezione sono specificati dal committente i riferimenti normativi e le specifiche in termini di dotazioni software, hardware e più in generale di comportamenti che dovranno essere adottati per tutelare e garantire la sicurezza del contenuto

informativo generato e gestito durante il processo.

Questa sezione definisce le misure di sicurezza richieste per proteggere informazioni personali e professionali inerenti la modellazione informativa e le operazioni ad esso collegate. Il concorrente dovrà definire le misure di sicurezza previste e modulate in base alle necessità del progetto riguardo a riservatezza, integrità, accessibilità, rispetto alle conseguenze di eventuali perdite o accessi non autorizzati alle informazioni. Tutte le informazioni di progetto dovranno essere trattate con riserbo e sicurezza e non possono essere rese pubbliche senza uno specifico consenso della Stazione Appaltante. Tutta la catena di fornitura deve adottare tali politiche per la tutela e la sicurezza del contenuto informativo. Tutte le informazioni saranno conservate e scambiate nell'ACDat. Per tali fini è richiesta la nomina di un responsabile per la sicurezza dei dati. L'aggiudicatario dovrà dare prova, durante l'esecuzione, di aver adottato misure di sicurezza nel rispetto delle normative vigenti e nel rispetto delle indicazioni dettate dall'art. 28 del regolamento UE 2016/679 (GDPR). Il Concorrente specificherà nella oGI ogni elemento utile a descrivere come intende soddisfare i requisiti minimi descritti in questa sezione, oltre a dettagliare eventuali specifiche migliorie. Ogni miglioria sarà valutata come fattore premiante.

- **3.6.1 Riferimenti normativi**

In questa sezione il committente può specificare i riferimenti normativi che intende siano seguiti durante l'esecuzione del progetto ai fini della sicurezza informatica

Si riporta l'elenco dei riferimenti normativi che possono essere adottati dal Prestatore del servizio al fine di garantire l'integrità e la riservatezza del contenuto informativo e digitale. L'elenco è da ritenersi non esaustivo, ma indicativo ed in continuo aggiornamento.

Per i sistemi di gestione per la sicurezza delle informazioni:

- ISO/IEC 27000:2016 Information technology - Security techniques – Information security management systems - Overview and vocabulary
- ISO/IEC 27001:2013 Information technology - Security techniques – Information security management systems - Requirements
- ISO/IEC 27002:2013 Information technology - Security techniques - Code of practice for information security controls
- ISO/IEC 27005:2011 Information technology - Security techniques – Information security risk management
- ISO/IEC 27007:2011 Information technology - Security techniques - Guidelines for information security management systems auditing
- ISO/IEC TR 27008:2011 Information technology - Security techniques – Guidelines for auditors on information security controls

Per la privacy:

- ISO/IEC 29100:2011 Information technology - Security techniques – Privacy framework Per i profili professionali:
- UNI 11506:2013 Attività professionali non regolamentate - Figure professionali operanti nel settore ICT - Definizione dei requisiti di conoscenza, abilità e competenze
- UNI 11621-2:2016 Attività professionali non regolamentate- Profili professionali per l'ICT - Parte 2: Profili professionali di "seconda generazione"
- UNI 11621-4:2016 Attività professionali non regolamentate- Profili professionali per l'ICT - Parte 4: Profili professionali relativi alla sicurezza delle informazioni

Per le tecniche e tecnologie:

- ISO/IEC 9798-1:2010 Information technology - Security techniques – Entity authentication – Part 1: General
- ISO/IEC 18033:2015 Information technology - Security techniques – Encryption algorithms - Part 1: General
- ISO/IEC 27039:2015 Information technology - Security techniques - Selection, deployment and operations of intrusion detection systems (IDPS)
- ISO/IEC 27040:2015 Information technology - Security techniques-storage security
- ISO/IEC 29115:2013 Information technology - Security techniques – Entity authentication assurance framework.

- **3.6.2 Richieste aggiuntive in materia di sicurezza**

In aggiunta ai riferimenti normativi indicati al punto precedente, in questa sezione il committente può definire ulteriori richieste per meglio rispondere alle specifiche esigenze di tutela e sicurezza dei dati. In questa sede

possono rientrare richieste in merito al mantenimento di backup, all'impiego di determinati sistemi per il salvataggio delle informazioni, ecc...

In aggiunta ai criteri generali identificati tramite gli strumenti normativi riportati al precedente paragrafo 4.7.1, il Prestatore del servizio dovrà garantire quanto segue:

- salvataggio con backup dei dati dei modelli/documenti anche in progress, al fine dell'archiviazione su supporto fisso esterno con cadenza ogni 15 giorni;
- redazione di una scheda informativa digitale identificativa da allegare al modello grafico informativo al momento del caricamento nell'archivio di condivisione dei dati (ACDat), da parte del Prestatore del servizio, all'interno della quale saranno riportati gli scopi, l'identità del modellatore delle informazioni e una breve descrizione del modello stesso;
- inserimento delle opportune informazioni (ad esempio quelle relative alla proprietà del modello, l'identità del modellatore...) all'interno delle modellazioni esportate secondo la sintassi IFC (ISO 16739);
- definizione di processi di salvataggio dei modelli grafici informativi in relazione al loro riutilizzo/modifica/visualizzazione, da parte di SA o Prestatore del servizio;
- gestione delle problematiche relative agli oggetti trattati su modelli multidisciplinari e identificazione di un nesso gerarchico di responsabilità per oggetti creati dal modellatore di informazioni in riferimento a diverse discipline.

- **3.7 Proprietà del modello**

I modelli come tali sono caratterizzati da un contenuto informativo che può essere molto ricco anche in funzione delle specifiche richieste espresse nel C.I. In questa sezione il committente definisce di chi sarà la proprietà del modello alla consegna dello stesso al termine del progetto e con esso la proprietà dei dati in esso contenuti.

I modelli del progetto esecutivo consegnati dal Prestatore del servizio diverranno di proprietà della SA, pur nel rispetto del diritto d'autore. La SA potrà utilizzare i modelli come crede, anche integrandoli o modificandoli senza che il Prestatore del servizio possa sollevare alcuna eccezione.

Con la sottoscrizione del contratto il Prestatore del servizio autorizza la SA all'utilizzo ed alla pubblicazione dei dati e delle informazioni presenti nei modelli prodotti per finalità anche diverse da quelle inerenti alla costruzione dell'opera.

- **3.8 Modalità di condivisione di dati, informazioni e contenuti informativi**
  - **3.8.1 Caratteristiche delle infrastrutture di condivisione**

L'effettiva messa in campo di un ambiente collaborativo richiede l'impiego di adeguate infrastrutture per la condivisione dei dati. In questa sezione il committente può specificare le caratteristiche richieste all'infrastruttura di scambio dati che può essere messa a disposizione del committente stesso o richiesta all'affidatario specificandone appunto caratteristiche minime sia in termini prestazionali che di utilizzo.

L'ACDat messo a disposizione dal Prestatore del servizio dovrà possedere le seguenti caratteristiche minime:

- accessibilità a tutti gli attori coinvolti nel processo, compresa la SA, tramite connessione di rete utilizzando credenziali proprie, possibilità di consultazione ed estrazione di copia dei documenti, degli elaborati, nonché dei modelli ivi presenti nello stato di condivisione e pubblicazione;
- aggiornamento continuo da parte del Prestatore del servizio, durante gli stadi e le fasi del processo, dell'archivio di condivisione dati (ACDat), in relazione al continuo sviluppo degli elaborati/modelli/documenti digitali contenuti;
- possibilità di archiviare i file secondo i formati già specificati nel paragrafo 3.1.2;
- possibilità di archiviare i file secondo una "struttura di cartelle" che verrà decisa di concerto tra il Prestatore del servizio e la SA, finalizzata a raggruppare per categorie i documenti ed i modelli, rendendo più agevole la ricerca a posteriori di specifici contenuti;
- tracciabilità dei dati contenuti all'interno di tale archivio, con successione storica delle revisioni apportate a tali dati;
- garanzia di sicurezza e riservatezza dell'archivio (ACDat), in riferimento alle modalità di gestione dei dati in esso contenuti;
- caratterizzazione dei modelli, oggetti ed elaborati rispetto al proprio stato di definizione e approvazione del contenuto informativo secondo la classificazione prevista dalla UNI 11337 (vedi paragrafo 4.12);
- capacità di gestire svariati formati dati tra i quali in maniera specifica quello relativo secondo la UNI EN ISO 16739 (IFC);
- possibilità di estrarre dati ed informazioni in formato tabellare, in particolare in relazione al contenuto

dell'ACDat, allo stato dei documenti presenti nella piattaforma ed alle informazioni che consentano in generale una verifica dello stato di avanzamento della commessa e l'analisi statistica della produttività legata alla realizzazione dei documenti digitali;

- archiviazione e custodia dei dati nel tempo.

Il concorrente all'atto dell'aggiudicazione dovrà predisporre una piattaforma collaborativa per l'intera durata della consegna che dovrà rimanere attiva per i successivi 6 mesi dalla conclusione della procedura di verifica e validazione del progetto esecutivo. Resta a carico dell'aggiudicatario ogni costo derivante dalla apertura, manutenzione e gestione della piattaforma, incluse le eventuali spese derivanti dalla creazione/manutenzione di un account utente per la stazione appaltante, per tutta la durata della commessa. Inoltre, l'aggiudicatario provvederà ad erogare un piano di formazione per l'uso di tale piattaforma riservato ai dipendenti della Stazione appaltante che fruiranno dell'ACDat.

- **3.8.2 Denominazione dei file**

In questa sezione il committente stabilisce le regole di denominazione che vuole siano impiegate dall'affidatario durante tutte le attività in cui si prevede lo scambio dei file. Il committente può anche lasciare libera scelta all'affidatario ma è sempre buona norma richiedere che siano specificati i criteri che quest'ultimo intende impiegare per garantire una agevole gestione dei file condivisi

Nella OdGi il Prestatore del Servizio dovrà presentare la proposta di denominazione dei file (elaborati grafici, relazioni, ecc.) e dei modelli (*naming convention*) che intende utilizzare per lo sviluppo della progettazione definitiva.

La denominazione dei file (elaborati grafici, relazioni, ecc.) e dei modelli (*naming convention*) dovrà essere quindi essere presentata dal Prestatore del servizio all'interno del pGI, previa condivisione ed approvazione da parte della SA.

Il sistema di denominazione dovrà riguardare ogni singolo file, modello ed in generale estrazione che viene effettuata durante il processo. Ogni singolo sistema, componente e materiale dovrà riportare un sistema di naming strutturato. Allo stesso modo livelli, tavole e quote di riferimento dovranno essere armonizzati secondo un unico sistema di denominazione. Anche i nomi dei parametri dovranno avere una nomenclatura specifica e allineata tra i vari team di progetto. I vari standard andranno definiti all'unisono alla stesura del pGI su apposita sezione dedicata. Verrà definito di comune accordo con la committenza un codice identificativo di progetto, invariante, da assegnare all'intestazione di ogni modello, elaborato ed estrazione. Il codice andrà mantenuto in tutte le fasi di lavoro. Per gli elaborati e per tutte le consegne (deliverables) sarà predisposto un codice univoco documentale con lo scopo di una rapida individuazione del file. Sarà compito dell'affidatario definire il codice univoco documentale. In fase di consegna all'interno dell'ACDat verrà compilato oltre al nome una descrizione sintetica dell'elaborato. Modelli ed elaborati che non rispettano le linee guida di Naming e Classification definite dal pGI non saranno autorizzati dalla committenza. Per la denominazione di oggetti si definiscono le seguenti linee guida:

- Ogni famiglia di componente deve avere un nome univoco;
- Si utilizzi un linguaggio naturale per nominare la famiglia;
- Non si includa la categoria della famiglia di componente nel suo nome;
- I nomi dovranno essere il più brevi possibili;
- Non si utilizzino spazi nei nomi, ma simboli come il trattino basso (\_) o alto (-);

- **3.9 Modalità di programmazione e gestione dei contenuti informativi di eventuali sub-affidatari**

In questa sezione il committente definisce il livello di penetrazione per cui le regole del C.I. devono estendersi all'interno della filiera dell'affidatario. Nella pratica si possono incontrare due situazioni, la prima in cui si definisce un vincolo al presente C.I. per tutti gli attori coinvolti, affidatario e sub-appaltatori. Il committente può optare perché il presente C.I. sia definito come rapporto tra il solo committente e l'affidatario lasciando libertà a quest'ultimo sull'organizzazione dei processi all'interno della propria filiera.

La responsabilità dei documenti e modelli consegnati è esclusivamente del Prestatore del servizio. Il Prestatore del servizio non è sollevato dalla responsabilità che resta in toto di sua competenza anche se intendesse affidare la realizzazione di parti dei modelli informativi a consulenti esterni.

- **3.10 Procedure di verifica, validazione di modelli, oggetti e/o elaborati**

- **3.10.1 Definizione delle procedure di validazione**

Il committente può richiedere che siano applicate determinate procedure di validazione per i modelli prodotti dall'affidatario. Nel caso in cui non siano specificate precise richieste in questo senso, può comunque richiedere che l'affidatario espliciti come intende procedere per dare compimento ad una corretta validazione dei modelli periodicamente e in ogni caso prima della consegna

Il Prestatore del servizio dovrà esplicitare nell'OdGI e nel pGI le procedure con cui validerà i propri modelli prima di sottometerli per approvazione alla SA. In particolare, il Prestatore del servizio dovrà indicare procedure e tecnologie che utilizzerà per realizzare i livelli di coordinamento previsti nella UNI 11337:2017 – 5:

- LC1: coordinamento di dati e informazioni all'interno di un modello grafico singolo
- LC2: coordinamento di dati e informazioni tra più modelli grafici singoli
- LC3: controllo e risoluzione di interferenze e incoerenze tra dati/informazioni/contenuti informativi generati da modelli grafici, e dati/informazioni/contenuti informativi (digitali e non digitali) non generati da modelli grafici (ad esempio un elaborato grafico CAD, non derivato da modelli, o una relazione di calcolo, ecc.).

- 3.10.2 Definizione dell'articolazione delle operazioni di verifica

Il committente può richiedere che siano applicate determinate operazioni di verifica distinguendole anche in funzione degli specifici modelli identificati all'interno del C.I. e tra essi. Come nel caso precedente, se il committente non definisce precise regole di verifica, può richiedere che sia l'affidatario a esplicitare come intende procedere in questo senso.

Lo scopo di questa sezione è richiedere ai concorrenti di definire il proprio processo di validazione, in modo da soddisfare i requisiti per il controllo della qualità dei modelli (Quality Control). I modelli dovranno essere esaminati secondo le procedure di Quality Control fornite dal concorrente all'interno dell'oGI in modo da eliminare i potenziali errori di progettazione. I modelli devono coincidere sia nel formato originale della piattaforma di authoring, sia nel modello federato in formato IFC. I processi di Quality Control dovranno prevedere anche la verifica delle coordinate dei modelli. I vari progetti saranno soggetti, nella fase di progettazione esecutiva, a verifica da parte di un soggetto esterno verificatore. Le procedure di Quality Control, Model Checking e Code Checking potranno essere eseguite sia dalla committenza stessa, sia dall'Ente di verifica e validazione esterno. Le metodologie di Quality Control del modello (inteso come modello originale e modello IFC) verranno eseguite per:

- validare il modello IFC: controllo non specificatamente volto alla struttura del file IFC, ma ai contenuti e alla corretta presentazione delle soluzioni progettuali;
- migliorare la corrispondenza delle soluzioni progettuali con i requisiti imposti dalla Stazione Appaltante;
- migliorare la previsione di pianificazione e costi di costruzione;
- assicurare che l'edificio realizzato sia funzionale e di alta qualità;
- controllare che i requisiti della pianificazione medica rispondano agli standard previsti.

Il Concorrente specificherà nella oGI ogni elemento utile a identificare la metodologia che intende adottare per la definizione delle modalità con cui i modelli, gli oggetti e/o gli elaborati vengono sottoposti a processo di validazione, in merito alla loro emissione, frequenza di validazione, controllo degli errori, coordinamento, etc.

Per la declinazione delle operazioni di verifica sui modelli si rimanda alla UNI 11337-5.

La verifica dei dati, delle informazioni e dei modelli verrà condotta attraverso procedure gestite direttamente dai team di progettazione, dalla Stazione Appaltante e da enti terzi nominati dalla committenza. Il progettista rimane comunque responsabile della qualità dei modelli, dei dati e dei documenti consegnati alla Stazione Appaltante. L'approvazione da parte di quest'ultima attraverso processi di Quality Control non esclude né diminuisce la responsabilità del progettista. La parte responsabile degli errori è la parte esecutrice, non quella che non ha notato gli errori stessi. Il processo di controllo consiste dei 3 step seguenti, in cui i compiti sono suddivisi tra progettisti e Stazione Appaltante.

#### A) Compiti del Progettista

**LV1.** Il progettista deve controllare il modello utilizzando gli strumenti disponibili nel software di modellazione (authoring tool). Qualsiasi problema trovato deve essere corretto nel modello originale. Ciò permetterà di risolvere la maggior parte dei problemi di base, eliminandoli prima del ciclo esportazione e di validazione del modello IFC.

Il processo di riscontro degli errori può includere:

- Verifica delle coordinate e dei file URS;
- Verifica rispetto ai protocolli definiti nel pGI;

- Presenza di Link CAD e tracce non più utilizzate;
- Verifica dello stato del modello generale (Parametri, viste, tavole);
- Verifica dei Warnings;
- Verifica delle famiglie di componenti;
- Verifica della categoria delle famiglie;
- Denominazione di nomi;
- Famiglie di componenti modellate "in place";
- Sistemi MEP non classificati.

**LV2.** Nel secondo passo viene generato il modello IFC dal modello originale e viene eseguito il check del modello stesso. Il modello IFC deve essere conforme a quanto riportato nel presente documento. Bisogna verificare sia che il modello contenga tutti i componenti richiesti, sia che non contenga componenti che non appartengono al modello. I problemi eventuali che venissero identificati in questa fase, devono essere risolti nel modello originale, che verrà successivamente esportato in un nuovo modello IFC, che verrà nuovamente testato. Deve essere generato un report che riassume le risultanze dei controlli. Tale report può essere generato direttamente dal software utilizzato per il controllo del modello e deve essere in formato che garantisce la collaborazione tra tutti i soggetti coinvolti. In questa fase andrà controllata anche la consistenza formale delle informazioni.

**LV3.** Il Quality Control può essere eseguito anche dalla Stazione Appaltante o da un suo rappresentante (Ente di verifica e validazione del progetto); lo scopo è simile a quello del Quality Control del progettista nei confronti del modello IFC. Qualsiasi problema identificato dal rappresentante dell'Ente non verrà corretto, ma verrà riportato al progettista, che dovrà modificare il modello originale e ripetere le attività al punto 2. Come attività finale verranno controllati i documenti progettuali.

Qualora sia necessario eseguire delle correzioni, queste devono essere fatte sul modello originale e, se necessario, si devono ripetere i punti da 1 a 3.

Il Concorrente specificherà nella oGI ogni elemento utile a identificare la metodologia che intende adottare per la definizione delle modalità con cui i modelli, gli oggetti e/o gli elaborati vengono sottoposti a processo di verifica rispetto ai punti LV1 e LV2.

- **3.11 Processo di analisi e risoluzione delle interferenze e delle incoerenze informative**
  - **3.11.1 Interferenze di progetto**

La gestione delle interferenze è fondamentale all'interno di un processo collaborativo caratterizzato da una moltitudine di modelli tra loro separati. Il committente può identificare in questa sezione come vuole che siano gestite e risolte le interferenze riscontrate. In questa sede possono essere indicate dal committente richieste specifiche in merito ad oggetti che dovranno essere presenti nei modelli come ad esempio specifiche aree di rispetto.

Il Prestatore del servizio dovrà esplicitare nell'OdGI e successivamente nel pGI i processi alla base dell'analisi e della risoluzione delle interferenze interne ai modelli ed inter-disciplinari. In particolare, dovranno essere definite:

- le modalità di verifica di tipo LC1 (verifica delle interferenze interne al singolo modello)
- le modalità di verifica di tipo LC2 (verifica delle interferenze tra diversi modelli disciplinari), utilizzando una matrice delle interferenze (si veda ad esempio il prospetto 1 della UNI 11337- 5:2017) che evidenzia i controlli che saranno effettuati da quelli che potranno essere invece scartate. Si precisa che le verifiche di tipo LC2 che potranno essere trascurate sono quelle che riguardano interferenze tra modelli che non presentano sovrapposizioni spaziali oppure sono quelle che riguardano interferenze minime e facilmente gestibili in cantiere
- le modalità di verifica di tipo LC3
- le modalità di risoluzione delle interferenze registrate.

- **3.11.2 Incoerenze di progetto**

Come per il caso precedente in questa sezione il committente stabilisce le modalità di gestione e risoluzione delle incoerenze durante l'esecuzione del progetto. Anche in questo caso, eventuali richieste specifiche di verifiche dovranno essere esplicitate dal committente.

Il Prestatore del servizio è tenuto ad esplicitare nell'OdGi e successivamente nel pGI le modalità che adotterà per la analisi e risoluzione delle incoerenze di progetto. A titolo esemplificativo, si elencano in seguito le possibili incoerenze registrabili nei modelli del progetto esecutivo (elenco non esaustivo):

- non rispetto delle norme vigenti (europee, nazionali, regionali, norme tecniche);

- non rispetto di distanze/franchi tra le opere in progetto ed i componenti esistenti;
- non rispetto di vincoli contrattuali, progettuali, costruttivi, manutentivi.

- 3.11.3 Definizione delle modalità di risoluzione di interferenze e incoerenze

Il committente specifica come intende siano dimostrate le attività di gestione e risoluzione delle interferenze e incoerenze. In questo caso possono essere richiesti specifici documenti di sintesi con cadenza periodica o definite specifiche richieste in merito alle caratteristiche dell'ambiente di condivisione in modo che quest'ultimo sia in grado di gestire in modo automatizzato le suddette problematiche.

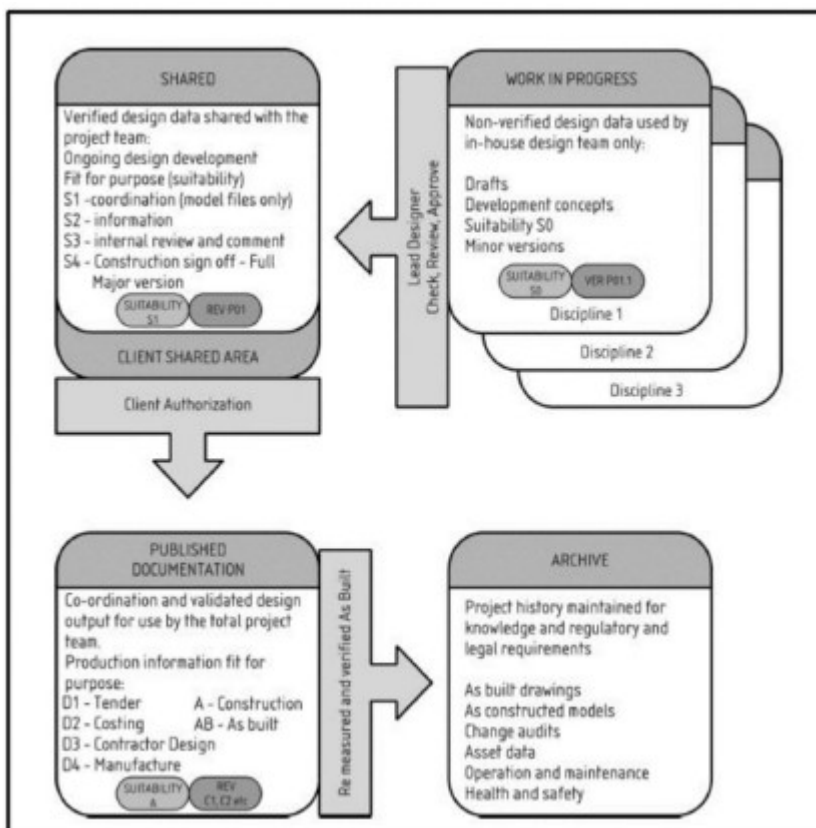
Il Prestatore del servizio dovrà indicare nell'OdGI e successivamente nel pGI le modalità di risoluzione delle interferenze e incoerenze, esplicitando quali strumenti utilizzerà per tenere traccia delle criticità evidenziate.

- **Modalità di gestione delle informazioni**

L'ACDat messo a disposizione dal Prestatore del servizio per tutta la durata del servizio dovrà essere progettato sulla base delle indicazioni di cui alle parti 1, 4 e 5 della UNI 11337. In particolare, l'archivio dovrà essere dotato delle seguenti aree funzionali:

- area work in progress: si tratta dell'area in cui il Prestatore del servizio carica i propri modelli e documenti, indipendentemente dal loro stato di avanzamento, al fine di condividere le informazioni sulle parti di progetto in progress all'interno del Gruppo di Progettazione
- area condivisione: si tratta dell'area in cui vengono trasferiti i modelli ed i documenti prodotti dal Prestatore del servizio quando ritenuti dallo stesso completi e validati. Per effetto del trasferimento i documenti digitali vengono messi a disposizione della SA che può inviarli al Gruppo di Verifica del progetto ed agli enti preposti al rilascio delle autorizzazioni;
- area pubblicazione: si tratta dell'area ove i modelli/documenti vengono archiviati, per effetto dell'approvazione delle SA, eventualmente supportata da consulenti esterni e/o dal Gruppo di Verifica del progetto definitivo.

L'ACDat sarà inoltre dotato di una ulteriore area "archivio", all'interno della quale non saranno attivati processi di approvazione/verifica dei documenti digitali. Tale area servirà per condividere all'interno del Gruppo di Progetto la documentazione di base e tutti gli altri documenti raccolti nel corso dell'iniziativa.



I processi di verifica/approvazione/respingimento dei modelli e dei documenti digitali dovranno essere esplicitati dal Prestatore del servizio nell'OdGI e nel pGI, preferibilmente utilizzando notazione grafica (ad esempio workflow). Anche la struttura dell'ACDat (riferimento paragrafo 4.8.1) dovrà essere proposta dal Prestatore del servizio. Tale suddivisione dovrà semplificare la ricerca dei documenti/modelli caricati nell'ACDat e potrà, ad esempio, rispecchiare la suddivisione per discipline diverse, eventualmente ricalcando la suddivisione prevista nell'elenco elaborati di progetto esecutivo.

Modalità di archiviazione e consegna finale di modelli, oggetti ed elaborati informativi.

Nella presente sezione il committente richiede al proponente e successivamente all'aggiudicatario di descrivere come intende procedere con la consegna finale dei modelli, delle informazioni e degli elaborati. Una volta superate le verifiche, tutti i modelli, le informazioni e i contenuti informativi saranno sottoposti alla verifica e successiva approvazione da parte della Stazione Appaltante e dell'ente esterno verificatore nominato (Stage di progettazione esecutiva). Gli stati di approvazione saranno quelli definiti nella norma UNI 11337-4 e prevederanno le seguenti opzioni:

**A0 - da approvare:** Il contenuto informativo non è ancora stato sottoposto alla procedura di approvazione.

**A1 – Approvato:** Il contenuto informativo è stato sottoposto alla procedura di approvazione ed ha ottenuto un esito positivo.

**A2 – Approvato con commento:** Il contenuto è stato sottoposto alla procedura di approvazione e ha ottenuto un esito parzialmente positivo, con indicazioni relative a modifiche vincolanti da apportare al contenuto stesso per il successivo sviluppo progettuale.

**A3 – Non Approvato:** Il contenuto informativo è stato sottoposto alla procedura di approvazione ed ha ottenuto un esito negativo, ed è, pertanto, rigettato.

Quando le consegne avranno ottenuto lo stato di approvazione completa A1 si procederà al salvataggio dei dati nella directory Archiviazione garantendone l'accessibilità alla Stazione Appaltante, sino alla fine dell'incarico e per i successivi 6 mesi. L'Affidatario è tenuto a consegnare alla Stazione Appaltante una copia dei dati, delle informazioni e dei contenuti informativi ivi contenuti, compresi i modelli informativi in formato proprietario e in formato aperto oltre alle copie cartacee degli elaborati per ogni consegna di livello progettuale esecutivo .

Al termine di ciascun livello di progettazione, i dati, le informazioni e i contenuti informativi diventano proprietà della Stazione Appaltante.

Tali contenuti saranno utilizzati per le successive fasi di costruzione e di gestione dell'area di progetto, nel rispetto delle normative a tutela della privacy e del diritto d'autore.

Il Concorrente specificherà nella oGI ogni elemento utile a descrivere come intende soddisfare i requisiti minimi descritti in questa sezione, oltre a dettagliare eventuali specifiche migliorie. Ogni miglioria sarà valutata come fattore premiante.

- **3.12 Modalità di gestione della programmazione (4D – programmazione)**

In questa sezione il committente richiede che siano esplicitate da parte dell'affidatario le modalità che intende mettere in pratica nell'informatizzazione dei modelli in funzione dei tempi. In questo senso dunque dovranno essere specificati i processi ed i flussi informativi dimostrando la capacità di coniugare i modelli e le informazioni provenienti dal coordinamento temporale per l'esecuzione dell'opera.

Il Prestatore del servizio è tenuto a descrivere nell'OdGI e successivamente nel pGI le procedure che intende adottare per la gestione della programmazione (4D) nei modelli BIM. Dovranno essere garantite almeno le seguenti prescrizioni minime:

- tutti gli oggetti modellati dovranno essere collegati ad uno dei pacchetti elementari (WP - *work package*) della struttura WBS di progetto;
- ogni pacchetto elementare WP dovrà trovare corrispondenza nel cronoprogramma di progetto.

- **3.13 Modalità di gestione informativa economica (5D - computi, estimi e valutazioni)**

In questa sezione il committente richiede che siano esplicitate da parte dell'affidatario le modalità che intende mettere in pratica per informatizzare i diversi modelli in funzione dei costi. Dovranno dunque essere esplicitati processi e modalità per la gestione delle informazioni monetarie identificando come si intende processarle ai fini dell'estrazione degli elaborati di computo, estimo, ec..

Il Prestatore del servizio dovrà dichiarare nell'OdGI e successivamente nel pGI quali modalità e quali tecnologie intende utilizzare per la stima dei costi di realizzazione dell'opera. Si evidenzia che non è ammessa la computazione in maniera tradizionale, basata cioè sulla lettura del progetto e sulla computazione di quantità misurate dagli elaborati grafici. Il Prestatore del servizio è obbligato allo sviluppo del computo metrico attraverso strumenti di

Quantity Take Off dai modelli IFC prodotti.

- 3.14 Modalità di gestione informativa (6D - uso, gestione, manutenzione e dismissione)

Il committente richiede che siano specificate le modalità con cui l'affidatario intende gestire le informazioni relative a uso, gestione, manutenzione e dismissione del bene in oggetto. Dato il grande valore ventaglio di possibilità rientranti in questo aspetto il committente può definire richieste specifiche in merito al contenuto informativo ed alle modalità con cui vuole che questo sia gestito.

Il Prestatore del servizio dovrà dare evidenza nell'OdGI e nel pGI delle eventuali procedure atte ad inserire nei modelli informativi le specifiche relative all'uso, gestione, manutenzione e dismissione delle opere in progetto.

- 3.15 Modalità di gestione delle esternalità (7D - sostenibilità sociale, economica e ambientale)

Come per il caso precedente anche in questa sezione, oltre a richiedere all'affidatario di esplicitare come intende gestire le informazioni relative alla sostenibilità sul modello, è opportuno che il committente specifichi in quali termini e con quale ampiezza è richiesta la gestione informativa in questo senso.

Il Prestatore del servizio dovrà dare evidenza nell'OdGI e nel pGI delle eventuali procedure atte ad inserire nei modelli informativi le specifiche relative alla sostenibilità sociale, economica e ambientale delle opere in progetto.

- 3.16 Modalità di archiviazione e consegna finale di modelli, oggetti e/o elaborati informativi

Il committente specifica in questa sezione come vuole che i dati siano archiviati e consegnati al termine delle attività definite all'interno del C.I.

I modelli e documenti consegnati dal Prestatore del servizio e approvati dalla Stazione Appaltante verranno archiviati nell'area di pubblicazione dell'ACDat (si veda paragrafo 4.12).

L'ACDat dovrà essere accessibile per tutta la durata dell'iniziativa e fino a 30 gg successivi all'avvenuta approvazione del progetto definitivo. Entro la data di *shut-off* dell'ACDat, al termine del servizio, il Prestatore del servizio dovrà provvedere al download di tutti i contenuti presenti nella area di pubblicazione ed alla consegna degli stessi alla Stazione Appaltante. Tali contenuti dovranno essere archiviati in cartelle che ricalchino la struttura dell'ACDat (si veda paragrafo 4.8 e 4.12).

### **1.3.2 UNI 11337-PARTE 7: CONOSCENZE, ABILITA' E COMPETENZE DEL BIM COORDINATOR**

#### **Il Coordinatore dei flussi informativi di commessa (BIM coordinator)**

Il coordinatore dei flussi informativi di commessa (BIM coordinator) opera a livello della singola commessa, di concerto con i vertici dell'organizzazione e secondo le indicazioni del BIM manager nella gestione complessiva dei processi digitalizzati. Il BIM coordinator si pone come garante della efficienza e della efficacia dei processi digitalizzati della organizzazione con riferimento alla specifica commessa, presentando modalità di lavoro differenti a seconda che essa operi in un contesto mono-disciplinare o pluridisciplinare. Egli agisce in stretta collaborazione con il BIM manager, a cui risponde del proprio operato, e con il responsabile di commessa (project manager, design manager, construction manager, ecc.). Nei casi in cui la commessa presenti gradi elevati di complessità e di pluridisciplinarietà

si possono prevedere più BIM coordinator che devono rispondere al BIM manager nell'economia della commessa. Il BIM coordinator esamina o concorre a redigere, a seconda del contesto in cui si trova e del ruolo che assume, un capitolato informativo, nel senso che, benché esso sia originato tendenzialmente dalla domanda, è possibile che, esso possa essere dettagliato ulteriormente dall'affidatario (dall'offerta) nei confronti dei livelli subordinati nella catena di fornitura. Il BIM coordinator redige o analizza un piano di gestione informativa (ancor prima, se già designato, una offerta di gestione informativa) in risposta al capitolato informativo, avendo cura di assegnare in maniera selettiva i requisiti informativi ai soggetti interessati lungo la catena di fornitura. Il BIM coordinator, in coerenza con quanto previsto nel capitolato informativo e nel piano di gestione informativa, deve configurare o recepire, a seconda del ruolo contrattuale dell'organizzazione cui appartiene, i flussi di lavoro digitale all'interno dell'ambiente di condivisione dei dati. Egli deve operare in modo tale che i flussi informativi elaborati entro i singoli applicativi non subiscano perdite o snaturamenti. Il BIM coordinator supporta il responsabile di commessa e gli altri soggetti coinvolti nella o dalla organizzazione cui appartiene durante le fasi di competenza, nell'assunzione delle

decisioni, assicurando l'affidabilità dei flussi informativi su cui il processo decisionale si fonda. Tale figura contribuisce con il gestore dei processi digitalizzati e il responsabile di commessa a individuare le risorse umane e strumentali utili allo svolgimento della commessa. Per quanto attiene alla funzione di coordinamento dei modelli informativi disciplinari attraverso il modello informativo federato o aggregato, e di sua relativa verifica in merito alla conformità e alla coerenza, il BIM coordinator si comporta quale agente principale o secondario in base al ruolo contrattuale dell'organizzazione a cui appartiene. Tale figura deve gestire l'identificazione delle interferenze e delle incoerenze (di natura geometrico dimensionale e alfa numerica) nel corso e a seguito delle riunioni di coordinamento assicurandosi che la risoluzione degli stessi avvenga nel rispetto degli impegni contrattuali, tutelando il grado di responsabilizzazione della organizzazione di competenza in coerenza con la natura degli impegni contrattuali. Oltre ai rapporti intercorsi con le altre organizzazioni coinvolte nella commessa, il BIM coordinator deve, più genericamente, curare la qualità delle relazioni interpersonali all'interno della organizzazione a cui aderisce e nei confronti di altre organizzazioni coinvolte nelle commesse.

Per quanto concerne la funzione di coordinamento e di validazione dei singoli modelli informativi disciplinari di competenza, tale funzione deve assicurare l'adesione ai requisiti informativi contenuti nel capitolato informativo e la corrispondenza a quanto previsto nel piano di gestione informativa. Oltre ai rapporti intercorsi con le altre organizzazioni coinvolte nella commessa, il BIM coordinator deve, più genericamente, curare la qualità delle relazioni interpersonali all'interno della organizzazione a cui aderisce e nei confronti di altre organizzazioni coinvolte nelle commesse. Il BIM coordinator deve essere in grado di definire o di analizzare i repertori principali di regole di controllo e di accertarne la conformità prevista durante il processo di modellazione e di gestione informativa. Il BIM coordinator deve assicurare che i dati contenuti nel modello informativo aggregato o federato siano coerenti con l'impostazione condivisa dei repertori di oggetti o di entità tra tutti gli attori appartenenti al raggruppamento o alla catena di fornitura. Il BIM coordinator deve assicurarsi che vi sia la massima connessione tra ambienti di calcolo e ambienti di modellazione non solo per quanto inerisce alla interoperabilità, ma anche in termini di processi decisionali. Il BIM coordinator supporta il BIM manager nella definizione e formalizzazione degli aspetti contrattuali relativi alle modalità di gestione dei flussi informativi e all'utilizzo degli Ambienti di Condivisione dei Dati per ogni singola commessa.

I requisiti di conoscenza, abilità e competenza del coordinatore dei flussi informativi del BIM coordinator sono contenuti nel prospetto seguente.

Compito	Conoscenze	Abilità	Competenze
1. Garantire il processo digitalizzato con riferimento alla specifica commessa; 2. Supportare o redigere il capitolato informativo; 3. Supportare o redigere un piano di gestione informativo e/o un'offerta di gestione informativa; 4. Assegnare i requisiti informativi ai soggetti interessati; 5. Supportare l'attività del BIM manager; 6. Selezionare il personale e gli strumenti necessari e avere cura delle relazioni interpersonali; 7. Gestire le interferenze e i conflitti; 8. Definire e analizzare le regole di controllo; 9. Supportare il BIM manager nella definizione degli aspetti contrattuali.	1. Conoscenza dei sistemi informativi relativi alla definizione dello stato attuale dei cespiti su cui intervenire; 2. Conoscenza della tematica attinente alla cyber security; 3. Conoscenza delle modalità di impostazione e di verifica di un modello informativo aggregato o federato; 4. Conoscenza generale della dottrina del construction project management secondo il corpus teorico normalizzato e consolidato (UNI ISO, PMI, APM, ecc.); 5. Conoscenza generale della contrattualistica in materia; 6. Conoscenza della legislazione e della normativa nazionale e comunitaria sulla gestione informativa; 7. Conoscenza dei criteri di ingegneria dell'offerta; 8. Conoscenza generale dei principi giuridici relativi alla tutela della proprietà intellettuale delle entità contenute nei modelli informativi e nelle singole entità; 9. Conoscenza approfondita dei protocolli di scambio informativo; 10. Conoscenza generale dei requisiti inerenti all'hardware e al software al fine di ottimizzarne l'acquisizione e l'uso; 11. Conoscenza delle metodologie di conduzione	1. Capacità di contribuire a produrre e a verificare un modello informativo relativo allo stato attuale dei cespiti su cui intervenire; 2. Attuazione e coordinamento di pratiche informatiche di protezione dei dati stabilite per ogni singola commessa; 3. Capacità di contribuire a produrre e a verificare modelli informativi aggregati o federati; 4. Detenzione di elementi fondamentali del construction project management; 5. Supporto al BIM Manager nella individuazione degli aspetti contrattuali relativi alla gestione informativa nell'ambito di ogni singola commessa; 6. Supporto al BIM Manager nell'analisi della legislazione e della normativa nazionale e comunitaria sulla gestione informativa per ogni singola commessa; 7. Supporto al BIM Manager nell'analizzare una offerta di gestione informativa; 8. Supporto al BIM Manager nell'analizzare un piano di gestione informativa; 9. Gestione delle modalità di protezione dati nell'ambiente di condivisione dati; 10. Utilizzo di piattaforme di collaborazione progettuale e gestione dei dati;	1. Supervisione della produzione di un modello informativo relativo allo stato attuale dei cespiti su cui intervenire; 2. Verifica di modelli informativi aggregati o federati; 3. Supporto al BIM manager nella gestione di elementi fondamentali di construction project management e degli aspetti contrattuali; 4. Rispetto della legislazione e della normativa nazionale e comunitaria sulla gestione informativa nell'ambito di ogni singola commessa; 5. Redazione di una offerta di gestione informative di commessa col supporto del BIM manager; 6. Redazione di un piano di gestione informativa col supporto del BIM manager; 7. Supporto al BIM manager nella individuazione delle migliori tecniche di protezione delle informazioni in accordo con i protocolli di sicurezza informatica previsti contrattualmente o interni all'organizzazione; 8. Supporto al BIM Manager nella definizione delle regole di interoperabilità e di coordinamento dell'organizzazione o della singola commessa; 9. Redazione di un capitolato informativo con il supporto del BIM Manager;

	<p>delle riunioni;  12. Conoscenza approfondita dei metodi di integrazione;  13. Conoscenza generale delle funzionalità operative degli applicativi di BIM Authoring, di Code &amp; Model Checking, ed elementare di Space Programming e di nD Modelling.</p>	<p>11. Utilizzo delle modalità di interscambio informativo e di flussi di lavoro previste per ogni singola commessa;  12. Detenzione dei principi relativi ai formati aperti quali IFC (UNI EN ISO 16739) o BCF con l'obiettivo della interoperabilità;  13. Capacità di analizzare un capitolato informativo;  14. Capacità di padroneggiare i requisiti inerenti all'hardware e al software al fine di ottimizzarne l'acquisizione e l'uso;  15. Capacità di partecipare collaborativamente alle riunioni;  16. Capacità di applicare il sapere disciplinare al coordinamento della modellazione informativa;  17. Elevata capacità di gestire gli applicativi di Code &amp; Model Checking;  18. Capacità di analizzare e verificare i contenuti informativi secondo la serie UNI 11337.</p>	<p>10. Supporto al BIM Manager nella supervisione dei requisiti inerenti all'hardware e al software al fine di ottimizzarne l'acquisizione e l'uso;  11. Gestione di riunioni di coordinamento multidisciplinare;  12. Coordinamento della modellazione informativa in ambiti multidisciplinari complessi;  13. Conduzione di sessioni di model and code checking pluridisciplinari nell'ambito di commesse complesse</p>
--	---	---	---

## Capitolo 2: STRUMENTI OPERATIVI

### 2.1 CHECK LIST PER L'APPROVAZIONE DI UN PROGETTO IN BIM

Riportiamo di seguito una utile check list per l'approvazione di un progetto BIM desunta dallo studio e dall'analisi di numerosi bandi BIM pubblicati recentemente in Italia

- **Identificare gli obiettivi del progetto BIM ad ogni fase.** Stilare un dettagliato piano per ciascuna fase di progetto relativamente agli obiettivi da raggiungere.
- **Fornire le informazioni generali del progetto.** Definire contrattualmente i risultati a cui la progettazione BIM deve portare ad ogni fase. Le informazioni, identificate necessarie, dovranno poter essere estratte dal progetto.
- **Definire il workflow.** Definire contrattualmente il flusso di lavoro per tutto il processo e per tutte le fasi. Eventuali tolleranze ammissibili.
- **Clash detection, model e code cecking , modello 4D fanno parte delle fasi da regolamentare.**
- **Definire software e hardware necessari allo svolgimento del processo.** BIM editor ma anche soluzioni per analisi, gestione e manipolazione dei dati in tutte le fasi del progetto.
- **Definire l'infrastruttura di progetto.** Rete, banda, server, unità di backup.
- **Definire ACDat e relativa configurazione.** ACDat open source o proprietario, preferibilmente in carico alla stazione appaltante. Convenzioni sui nomi file, nomi cartelle, modalità di accesso.
- **Definire i dati che dovranno essere estratti dal modello.** Informazioni richiesta e livello di dettaglio.
- **Definire standard e norme di riferimento.** Si sono visti in passato bandi italiani fare riferimento alle norme inglesi e americane, ora essendo fra i pochi Paesi dotati di norme BIM, si può fare riferimento alle norme UNI 11337.
- **Definire tutti i formati di scambio dei dati.** Deve sempre essere richiesto, a garanzia di futuri utilizzi del progetto, il formato nativo di tutti gli applicativi utilizzati. Secondariamente devono essere richiesti i formati aperti, primo fra tutti il formato IFC.
- **Definire modalità e formato di condivisione delle coordinate spaziali del progetto.** Garantisce che tutti gli operatori coinvolti nel progetto lavorino con i medesimi punti di origine.
- **Definire la struttura e le regole alla base della suddivisione del progetto in piccoli file.** A garanzia di un'agevole condivisione, gestione e archiviazione di tutti i documenti di progetto.
- **Valutare numero e competenze delle risorse necessarie a creare, analizzare e gestire tutti i dati prodotti.**
- **Imporre il pGI quale elemento di riferimento per tutti e per tutte le fasi di progetto.** Il pGI garantisce il rispetto degli standard e della strategia di progetto.
- **Valutare le capacità di ogni elemento del team di lavoro a garanzia della riuscita del progetto.** Stimare e definire le capacità e competenze minime necessarie alla riuscita del progetto.
- **Valutare l'adeguatezza degli elementi di libreria BIM in uso nel progetto.** Gli oggetti BIM dovranno essere adeguati al livello di dettaglio e informazioni in funzione della specifica fase di progetto.
- **Definire e garantire i massimi livelli di sicurezza dei dati.** Verificare la conformità dei livelli di sicurezza del progetto (soluzioni e infrastruttura) alle norme vigenti.
- **Definire un piano di riunioni per allineamento sul progetto BIM.** Tenere il BIM al centro del progetto, confrontarsi periodicamente con il team condividere e analizzare problemi e soluzioni.
- **Verificare costantemente il livello di dettaglio.** Richiedere costante adeguamento dei dati a LOD e LOI definiti nel bando, coinvolgere progettisti, fornitori e sub appaltatori.
- **Verificare progetto e pGI..** Mantenere il team di progetto in linea con quanto "promesso" nel pGI.
- **Tracciare tutte le attività.** Tenere traccia di attività, situazioni, interventi, problemi e soluzioni. Tutto quanto possa essere utile a strutturare il successivo AIR +EIR, per i prossimi progetti BIM.

### 2.2 MODEL CHECKING

Il continuo sviluppo e l'implementazione sempre più diffusa della metodologia e tecnologia BIM, nonché di formati

neutri e interoperabili come l'IFC (Industry Foundation Classes) e il BCF (BIM Collaboration Format), ha portato a un sempre maggiore interesse nei confronti degli strumenti di Model Checking e condotto allo sviluppo di una nuova generazione di software per il Quality Assurance e Quality Control (QA/QC) basati su regole parametriche (rule-based); il Model Checking è ormai parte integrante, nonché momento chiave, del processo di Information Modelling e Management. Partendo dal presupposto che non si tratta di sola modellazione geometrica tridimensionale, il BIM si basa sullo scambio, attraverso le diverse fasi del ciclo di vita di un'opera e trasversalmente tra tutti gli attori coinvolti, di informazioni inerenti la programmazione, progettazione, realizzazione e gestione di un bene. Il contenuto informativo di un modello parametrico deve, quindi, essere validato in modo da garantire risultati affidabili nelle successive fasi di analisi. Inoltre, il Building Information Modelling vede la committenza assumere il ruolo di originatore del processo e co-autore dell'opera ed è quindi fondamentale, anche in termini contrattuali, verificare che il tramite di un tale scambio di dati, il modello parametrico, contenga effettivamente il livello informativo minimo richiesto dagli Employer's Information Requirements (EIR). In tal senso, **lo scambio di informazioni diventa parte integrante delle procedure di Risk Management.** Con il diffondersi dell'implementazione della metodologia BIM, si è cominciato a comprendere quali fossero i benefici e i limiti attribuibili alla tecnologia nello scambio delle informazioni. L'interoperabilità sulla base di modelli in formato nativo può, da un lato, aumentare produttività e efficienza, ma, dall'altro, l'uso di un formato neutro consente una comunicazione aperta e trasversale, in un processo dove si comincia sempre più a comprendere che ciò che conta è la rispondenza agli EIR e l'affidabilità del dato, anche al fine di evitare controversie. La formalizzazione delle procedure di scambio informativo diventa il punto focale e il Model Checking in questo gioca un ruolo decisivo. La digitalizzazione del settore delle costruzioni, infatti, non può prescindere dalla capacità della committenza di definire le condizioni e i contenuti degli interventi da commissionare in ambito computazionale; la validazione dei modelli parametrici, di conseguenza, deve essere uno sforzo congiunto di progettisti e committenza al fine di migliorare la qualità delle soluzioni progettuali, la loro coerenza con i bisogni della committenza e il loro supporto all'analisi dei costi e alla fase costruttiva in modo da ridurre il numero di modifiche progettuali necessarie durante la realizzazione dell'opera ed assicurare come prodotto finale un edificio funzionale e di qualità, aumentando contestualmente la trasparenza del processo. **In processi di progettazione tradizionale, solo il 5-10% del contenuto informativo del progetto viene sistematicamente controllato. Il Model Checking permette di raggiungere una validazione automatizzata per il 40-60% del progetto, procedendo per controlli puntuali e non a campione.** Sono molteplici i momenti nei quali è necessario controllare il contenuto informativo del modello, i cosiddetti checkpoint, in modo da individuare in anticipo potenziali criticità e garantire un risultato affidabile nelle successive applicazioni sulla base di un Information Model adottato come veicolo per una gestione completa e coordinata delle informazioni. Il processo di controllo della qualità, Quality Assurance (QA), di un modello, e quindi di un progetto, sarà utile alla committenza per verificare che il modello contenga tutti gli attributi alfanumerici richiesti negli EIR e sviluppati nel BIM Execution Plan, ma allo stesso modo si tratta di uno strumento fondamentale per il singolo progettista e per tutto il gruppo di progettazione al fine di effettuare una regolare autovalutazione. I momenti di controllo del modello e di analisi dei risultati dovrebbero essere parte di una normale pianificazione delle attività e ad esse dovrebbe essere riservato tempo sufficiente anche includendo quello necessario per eventuali correzioni. Durante la fase di Model Checking, i parametri, geometrici e non, implementati nei modelli informativi vengono analizzati e validati sottoponendo il Building Information Model a diversi domini di validazione. Solitamente il set di regole di controllo, il rule-set, che viene applicato al modello è organizzato in tre fasi di verifica consequenziali: **la BIM Validation, che ne controlla attributi e procedure di modellazione, la Clash Detection, ovvero il controllo interferenze, e il Code Checking, la verifica di conformità del progetto alle normative di riferimento.**

## 2.3 BIM VALIDATION

La corretta implementazione della metodologia BIM è imprescindibile dal controllo della coerenza e della qualità del dato veicolato da un Building Information Model, laddove questo sia strutturato per costituire un effettivo strumento a supporto del processo decisionale di Information Management. Innanzitutto, al fine di garantire la comunicazione tra BIM Platform di Information Modelling e BIM tool di Model Checking, le regole di controllo e il modello devono contenere la medesima semantica, il che significa che gli oggetti parametrici contenuti

nell'Information Model devono necessariamente poter essere mappati e riconosciuti dallo strumento di Model Checking attraverso alcune proprietà; le più comuni per questo tipo di interoperabilità sono l'IfcName e l'IfcType. **Prima di procedere ad analisi avanzate, quindi, è necessario effettuare un pre-check del contenuto informativo del modello attraverso un rule-set che ne validi la correttezza: si parla, in questa fase, di BIM Validation.** La BIM Validation, attraverso la gestione di un opportuno set di regole parametriche e sulla base di analisi logiche e semantiche, analizza e determina il livello di qualità e coerenza interna di un Building Information Model garantendo l'estrazione di risultati affidabili per successive fasi di analisi BIM-based; controlla, inoltre, che gli elementi siano stati nominati e classificati correttamente. Questo processo di Quality Assurance, infatti, assicura che il modello contenga tutte le informazioni necessarie per un controllo avanzato, inclusi tutti quegli attributi alfanumerici che, in un processo di Information Management correttamente strutturato, rientrano tra i BIM Requirement individuati in fase di redazione del BIM Execution Plan (BEP) e che sono fondamentali per lo scambio informativo tra le parti, nonché per la completezza ed affidabilità dei documenti estratti dal Building Information Model. Si tratta di un passaggio essenziale, preliminare ad altre fasi del Rule-based Model Checking, in quanto verifica che il modello sia costruito in accordo con i requisiti specifici di progettazione, in funzione dei BIM Use definiti dalla committenza e delle finalità da perseguire. Come anticipato, un BIM tool di Rule-based Model Checking consente di disporre di un predefinito set di regole per la fase di BIM Validation: personalizzabile dall'utente, questo va applicato dapprima ai singoli modelli disciplinari e, successivamente, al modello federato, o Merged Model, che integra le diverse progettazioni. Una volta superata questa prima validazione, il modello può poi essere sottoposto ad analisi più specifiche come, per citarne alcune, il quantity take-off a fini computazionali, l'analisi energetica (Building Energy Modelling) o la verifica di conformità del progetto alle normative di riferimento (Code Checking). **Le criticità rilevabili nella fase di BIM Validation riguardano il contenuto alfanumerico, ovvero gli attributi, del modello parametrico, o l'aspetto meramente geometrico dello stesso rilevando due tipologie di errore: di modellazione e di progettazione.** Controllare la correttezza della modellazione tridimensionale è indispensabile; si consideri la fase di quantity take-off e computazione: per esempio, l'erronea, ma non così rara, modellazione di due pavimenti sovrapposti si ripercuoterebbe in un doppio conteggio dei materiali costituenti il relativo pacchetto stratigrafico. Altre criticità rilevabili sono attribuibili ad errori progettuali e vengono individuate tramite le potenzialità di analisi logica del funzionamento dei componenti edilizi delle quali dispongono alcuni degli strumenti di Model Checking. Questo permette di controllare un'eventuale mancanza di coerenza progettuale come, a titolo esemplificativo, il corretto dimensionamento di un infisso rispetto alla quota di un controsoffitto. Infine, la BIM Validation consente di analizzare l'interezza del contenuto informativo associato ad un oggetto parametrico e quindi, attraverso opportuni sistemi di classificazione, permette anche di validarne il relativo Level Of Development (LOD) in funzione di quanto specificato nel BEP. A ogni LOD corrispondono diversi attributi che devono essere necessariamente definiti e compilati per ogni oggetto. Si consideri, ad esempio, un elemento "Door" per il quale a un determinato LOD corrispondono degli attributi quali "Fire rating", "Fire Exit" e "Door Operation". La validazione del contenuto informativo verifica l'effettiva presenza e corretta compilazione di tali parametri al fine di un confronto tra quanto dichiarato e quanto effettivamente modellato, ponendosi a supporto di un corretto flusso informativo tra le parti interessate.

## 2.4 CLASH DETECTION

**Il Model Checking valida due tipologie di dati: dati geometrici e attributi alfanumerici.** La Clash Detection, ovvero il controllo delle interferenze, nasce come analisi di coerenza geometrica e spaziale, ed è ad oggi uno degli usi più diffusi del Building Information Modelling in quanto i vantaggi che si ottengono da questa analisi sono considerevoli, a fronte di investimenti ridotti in termini di tempo e sforzi per l'implementazione del processo. Si parla di Advanced Clash Detection quando le capacità di analisi logica dello strumento di Model Checking sono in grado di distinguere e classificare diversamente le interferenze rilevate. Saranno, quindi, classificati a diversi gradi di severità, preliminarmente definiti nel BIM Execution Plan, interferenze tra impianti ed elementi strutturali piuttosto che tra impianti ed elementi architettonici, in quanto anche nella stessa fase progettuale le due casistiche richiederebbero di essere affrontate necessariamente con un'attenzione diversa. In questo caso, affinché i risultati ottenuti tramite un rule-set di Clash Detection siano affidabili e ad effettivo supporto del processo decisionale, è necessario, dapprima, procedere a una serie di controlli manuali ed, inoltre, definire chiaramente i BIM requirement relativi alla modellazione geometrica. Il controllo interferenze, infatti, prevede una prima parte di gestione manuale del processo di verifica relativo al controllo delle versioni progettuali dei modelli informativi e

della loro localizzazione in un corretto sistema di coordinate cartesiane. Prosegue poi con la validazione dei singoli modelli disciplinari e del Merged Model. Per individuare eventuali incoerenze, per esempio tra la progettazione impiantistica e quella strutturale, è indispensabile modellare i sistemi impiantistici con un alto grado di accuratezza geometrica. Solo in questo modo, sarà possibile individuare e correggere eventuali problematiche che altrimenti sorgerebbero nella fase di installazione degli impianti. Le BIM guideline finlandesi, uno dei paesi leader nell'implementazione dell'Information Modelling, sottolineano come l'accuratezza geometrica delle reti impiantistiche debba essere tale che l'installazione dei componenti Mechanical, Electrical e Plumbing (MEP) all'interno dell'edificio possa essere condotta sulla base del Building Information Model. L'obiettivo della modellazione geometrica, in questo caso, deve essere la creazione di un modello senza intersezioni. Un tale approccio si riflette inevitabilmente sulle responsabilità alle quali è soggetto il progettista nell'intero processo costruttivo, responsabilità che aumenta di pari passo con il sempre maggiore coordinamento interdisciplinare necessario per l'implementazione della metodologia BIM. La fase di Clash Detection si sviluppa per step successivi; innanzitutto, il progettista dovrebbe provvedere a rilevare eventuali interferenze per la parte di propria competenza nella stessa piattaforma di BIM Authoring: al giorno d'oggi la maggior parte dei software di modellazione parametrica dispone di applicativi di questo tipo o plug-in per un controllo preliminare delle interferenze o una parziale BIM Validation relativa ad aspetti geometrici. Per la successiva fase di coordinazione multidisciplinare esistono BIM Viewer e BIM Coordination tool, come Tekla BIMsight, Solibri Model Viewer, Autodesk Navisworks o Autodesk BIM 360 Glue, alcuni dei quali funzionano anche su dispositivi mobile. Al fine di effettuare controlli più avanzati sulla base di rule-set personalizzabili, invece, è necessario usare BIM tool dedicati come Solibri Model Checker, leader in questo settore, che promuove un approccio Open BIM attraverso l'uso del formato interoperabile IFC. Inoltre, sul mercato stanno emergendo nuovi rule-based software come, ad esempio, BIM Assure. Dopo aver impostato correttamente il rule-set desiderato, esso va applicato dapprima ai singoli modelli disciplinari, per poi rilevare eventuali problemi di coordinamento nel Merged Model. Inoltre, le clash e le criticità rilevabili non sono riconducibili esclusivamente ad interferenze fisiche, ma attraverso uno strumento di Rule-based Model Checking è possibile verificare anche la vicinanza tra oggetti e determinare la tolleranza minima, ad esempio, per l'installazione o manutenzione dei diversi componenti presenti nell'edificio. Il controllo iterativo delle interferenze è anche un processo ad effettivo supporto della fase costruttiva di un manufatto, in quanto permette di verificarne la costruibilità sulla base della documentazione progettuale proposta. Controlli ciclici del modello federato evidenziano eventuali conflitti ed interferenze inter-disciplinari e si pongono a base delle riunioni di coordinamento durante le quali tutte le parti coinvolte propongono delle soluzioni che, una volta testate nell'ambiente virtuale del modello, possono essere nuovamente verificate e discusse garantendo integrazione di conoscenza e condivisione del processo.

## 2.5 CODE CHECKING

Il Code Checking è una declinazione del Model Checking tramite la quale validare la progettazione comparando i parametri contenuti nel modello a normative e codici di riferimento. Il processo costruttivo è regolamentato da numerose leggi a livello locale, nazionale ed internazionale e le informazioni rilevanti contenute in questi documenti possono essere tradotte in regole parametriche attraverso il supporto di un sistema semantico di lettura ed interpretazione delle stesse. Il medesimo procedimento è applicabile alle richieste della committenza o alle buone pratiche progettuali e costruttive che, una volta tradotte in linguaggio parametrico, possono essere implementate come prescrizioni. Attraverso un sistema di controllo rule-based, l'utente è in grado di eseguire un check i cui risultati consistono in "approvato" ("pass"), "bocciato" ("fail"), "attenzione" ("warning") e "sconosciuto" ("unknown") nel caso in cui i dati necessari al controllo fossero incompleti o mancanti. Al fine di supportare un processo quanto più possibile automatizzato, i Building Information Model devono, quindi, essere arricchiti di contenuto informativo alfanumerico rappresentato da quei dati che non sempre sono generati automaticamente dalle piattaforme di BIM Authoring, come invece accade per le informazioni geometriche e i dati dimensionali. Con i metodi di progettazione tradizionali, la verifica di conformità alle norme, basata sulla rappresentazione grafica bidimensionale, è condotta manualmente, a campione, e richiede numerosi incontri e momenti di confronto. Inoltre, una specifica fase del processo di progettazione non è valutata fino a che tutti gli elaborati progettuali non sono stati completati. Questo approccio spesso comporta discrepanze, ambiguità e soggettività nell'interpretazione dei documenti, oltre ad un aumento di costi e tempi. Per queste ragioni, la possibilità di semi-automatizzare il processo di verifica dovrebbe essere uno degli obiettivi prioritari nel processo di digitalizzazione del settore delle costruzioni. Tuttavia, innovazioni di questo tipo sono possibili solo modificando il metodo di lavoro, passando dalla definizione di un progetto come somma di molteplici documenti, alla realizzazione di un singolo e coerente Building Information Model a supporto del processo decisionale lungo tutto il ciclo di vita di un'opera e dal quale estrarre la documentazione e le informazioni necessarie. Diverse ricerche a livello internazionale si sono focalizzate da una parte sul trasferimento delle prescrizioni contenute nei testi normativi in regole applicabili a strumenti di rule-

based Model Checking e dall'altra sullo sviluppo di un modello parametrico completo degli attributi alfanumerici necessari per valutarne la conformità alle norme. Grazie alla creazione di rule-set il processo di validazione risulta essere più oggettivo in quanto le richieste sono definite in modo univoco. In questo modo si riduce il margine di interpretazione soggettiva del testo normativo, spesso generico e privo di una serie di dettagli. Inoltre, uno stesso set di regole, una volta analizzato e parametrizzato un codice o un regolamento, può essere utilizzato per la verifica di Building Information Model rappresentanti lo stesso ambito progettuale. Questo è ancora più evidente se si pensa a casi come l'edilizia scolastica, l'edilizia ospedaliera o le strutture ricettive, esempi per i quali la standardizzazione di verifiche funzionali, relazionali e qualitative permetterebbe la comparazione tra diversi modelli, e quindi progetti, in modo più veloce e trasparente.

**Il processo di Rule-based Model Checking si sviluppa in quattro fasi:**

**Rule Interpretation,  
Building Model Preparation,  
Rule Execution,  
Rule Reporting.**

### ***Rule Interpretation***

Nella fase di Rule Interpretation, il testo normativo viene analizzato e strutturato in parametri tramite i quali sviluppare regole di controllo implementabili in tool di Rule Checking. Codici e regolamenti solitamente hanno una struttura che facilmente si presta ad esser tradotta in una notazione formale e, quindi, in un linguaggio parametrizzabile. È stato provato che un'interpretazione basata su quattro operatori semantici di controllo assicura regole e risultati affidabili. Gli operatori semantici ai quali si fa riferimento sono:

- Requisiti (Requirements)
- Applicabilità (Applicability),
- Selezione (Selection)
- Esclusione (Exception)

Questi tag sono gli strumenti della cosiddetta **RASE Methodology, un metodo di analisi logico-semantica a supporto dell'interpretazione dei testi normativi e la loro traduzione in un'unica e ben definita regola facilmente implementabile in un tool di Rule-based Model Checking.** La maggior parte dei testi normativi può essere parametrizzata seguendo questo approccio; tuttavia, esistono alcune eccezioni nel caso di richieste connesse al giudizio umano. Per esempio, un requisito come "la soluzione deve essere amica dell'ambiente" (environmentally friendly) può essere implementato come regola parametrica, ma non potrà essere automaticamente verificato fino a quando non sarà chiaramente definito mediante parametri oggettivi. Questo genere di vincoli può comunque essere implementato nel rule-set anche solo come testo e considerato come checklist a sostegno della progettazione garantendo un'analisi completa degli aspetti di cui tener conto; per questo motivo si parla di validazione "semi-automatica", imprescindibile in alcuni casi dal giudizio umano.

### ***Building Model Preparation***

In questa seconda fase, il modello parametrico viene arricchito di contenuto informativo in modo che sia confrontabile con il set di regole per la sua validazione. Il Building Information Model viene integrato con gli attributi informativi necessari all'esecuzione del controllo in funzione dell'ambito tematico e dei domini di validazione individuati. Per supportare un processo quanto più possibile automatizzato, infatti, i modelli BIM devono contenere anche dati che non sempre sono generati automaticamente dalle piattaforme di modellazione, come invece accade per le informazioni meramente geometriche. In questo caso infatti, il modello non deve contenere solo una corretta classificazione per discipline, sufficiente, ad esempio, per la Clash Detection, ma deve soprattutto essere arricchito con gli aspetti che si è deciso di verificare, indipendentemente che si tratti di regole per la prevenzione incendi, prescrizioni per l'abbattimento delle barriere architettoniche o requisiti di efficienza energetica, il contenuto informativo richiesto è differente a tal punto da portare anche alla definizione di versioni distinte dello stesso modello. Infine, la fase di Building Model Preparation deve svolgersi parallelamente all'implementazione delle regole per il Rule Checking; queste ultime, infatti, devono essere in grado di parlare con il modello ed interpretarne il contenuto informativo all'interno del quale cercano, per censimento, gli attributi necessari alla sua validazione. Inoltre, oltre alla necessità di definire dei BIM Requirements per la creazione del modello in funzione degli usi e, quindi, dei controlli che si vogliono implementare su di esso, è utile che i progettisti consegnino un documento, Model Specification, nel quale spiegano come hanno modellato in conformità con

quanto richiesto. Tale documento integrativo ha anche l'obiettivo di supportare il validatore nella fase di Model Checking. La tecnologia BIM supporta un certo livello di automatismo nella valutazione dei progetti, tuttavia queste innovazioni solitamente si scontrano con problemi relativi a convenzioni e semantica, importanti quando riguardano l'individuazione di oggetti fondamentali nelle pratiche di Rule Checking come, ad esempio, i cosiddetti IfcSpace. Attualmente, i principali software di modellazione BIM rappresentano esplicitamente gli space come oggetti tridimensionali ai quali associare forme e proprietà. In essi, infatti, è possibile immagazzinare diversi dati fondamentali per organizzare la "semantica" di un modello: uno space non è solo descritto mediante la sua geometria 3D e le relazioni spaziali, ma anche, e soprattutto, attraverso importanti proprietà quali il set di nomi binario "space name" e "space group", lo "space number", l'area, il volume, la destinazione d'uso ed eventualmente i requisiti di Space Programming, gestibili anche esternamente attraverso degli appositi plug-in. Fondamentale è un'attenta classificazione dei locali e quindi un'organizzazione sistematica dell'uso dei nomi i quali, nelle attuali pratiche di progettazione CAD bidimensionali, vengono spesso utilizzati senza convenzioni precise, adoperando abbreviazioni o sinonimi differenti persino all'interno dello stesso progetto. Per risolvere questo problema, si potrebbe sviluppare un database esterno che rispecchi la programmazione degli spazi e ne specifichi i requisiti e che, una volta strutturato, assuma un ruolo chiave e possa essere riutilizzato in diverse fasi progettuali o in diversi progetti.

### ***Rule Execution***

La Rule Execution è la fase di esecuzione del controllo mediante applicazione del set di regole al modello, importato nel software di Quality Assurance in un formato interoperabile quale, di solito, l'Industry Foundation Classes (IFC). Una volta analizzate a livello semantico dai testi normativi e tradotte in parametri implementabili, le regole possono essere raggruppate in un unico pacchetto di prescrizioni, rappresentando il dominio di validazione a cui sottoporre il modello; inoltre, combinando diversi set di regole è possibile validare automaticamente molteplici domini.

### ***Rule Reporting***

L'ultima fase del processo, comunque iterativo, di Rule Checking è il Rule Reporting, la reportistica automatizzata dei risultati del controllo in modo che possano essere condivisi e analizzati con altri membri del team di progettazione, con la committenza o altri attori del processo costruttivo. Il Code Checking può riguardare, innanzitutto, gli aspetti geometrici e verificare, ad esempio, altezze e superfici minime ammissibili, rapporti aero-illuminanti o la disposizione spaziale di aree funzionali ed unità ambientali. Dagli aspetti geometrici parte anche il Code Checking applicato all'analisi dell'accessibilità: la valutazione dell'accessibilità è un tema di attualità nella progettazione e un articolato insieme di fattori di non facile interpretazione. Ad oggi sono state implementate regole di verifica dei requisiti geometrici, come spazi di manovra e accostamento laterale della sedia a rotelle, ma in futuro sarebbe possibile andare oltre includendo anche l'aspetto sensoriale come la presenza di segnali tattili o lo sforzo necessario per aprire porte e finestre, l'uso di colori, le condizioni di illuminazione o acustiche. Si tratta di aspetti più difficili da modellare e che richiederebbero una fase di Building Model Preparation molto dettagliata in questo senso, con opportuni BIM requirement definiti fin dalla fase preliminare. L'applicazione del Code Checking, a livello internazionale, sta andando anche in questa direzione. Inoltre, è possibile trasferire i requisiti contenuti nei bandi di gara in rule-set e utilizzare il Code Checking in fase di aggiudicazione per verificare che i modelli presentati in sede di offerta siano conformi alle richieste iniziali della stazione appaltante. Altro esempio di Code Checking è l'implementazione di regole parametriche per la prevenzione incendi e per il controllo, tra gli altri, delle compartimentazioni e delle vie di fuga. A tal proposito è necessario fare riferimento a uno dei concetti cardine del BIM: "Begin with the end in mind". Ogni progetto potrebbe, teoricamente, essere rappresentato tramite una molteplicità di modelli parametrici in funzione dei BIM Use. Anche il tema della prevenzione incendi prevede che vengano soddisfatti alcuni BIM Requirement alfanumerici, come l'inserimento degli attributi di resistenza al fuoco e direzione di apertura delle porte. Inserire questi parametri in fase di modellazione e, ancora più importante, averli previsti durante la creazione dell'oggetto parametrico permette allo strumento di Code Checking di leggerli direttamente dal file IFC, al pari degli attributi geometrico-dimensionali degli oggetti stessi, garantendo un certo livello di automatismo in fase di analisi. È importante sottolineare che le regole contenute in un rule-set

parametrico forniscono dei risultati che si basano sulle informazioni disponibili all'interno del modello BIM. Tali informazioni potrebbero essere inaccurate o false, oppure potrebbero mancare di fondamentali causando la generazione di risultati inaffidabili. Il preliminare controllo di BIM Validation si rileva quindi indispensabile per la verifica dei parametri implementati, o non implementati, in fase di modellazione.

## 2.6 MODEL CHECKING E VIRTUAL PROTOTYPING

**Il Building Information Model può essere visto come un prototipo virtuale (Virtual Prototype) in quanto è l'anticipazione di un prodotto che non esiste ancora nella realtà ma appare e si comporta come se fosse reale.** Grazie al Model Checking si possono ottenere numerosi vantaggi rispetto ad un processo tradizionale. Tuttavia, il coinvolgimento del committente o dell'utente finale risulta essere ancora limitato. Per questo motivo **si sta diffondendo sempre di più l'uso di tecniche relative al Virtual Prototyping (VP) quali Virtual Reality (VR) e Augmented Reality (AR) al fine di valutare il progetto prima della sua realizzazione.** Infatti, grazie al VP, il committente ha una migliore idea del prodotto finale e, se necessario, può collaborare con i progettisti per soddisfare le proprie richieste. Inoltre, il coinvolgimento anticipato dell'utente finale è una parte fondamentale del processo di Validazione, al fine di correggere possibili errori e ottimizzare aspetti ergonomici così come l'uso degli spazi. Più utenti possono validare lo stesso progetto per meglio studiare diversi comportamenti, promuovendo, così, una progettazione attenta ai bisogni di tutti (design for all). Ad esempio, uno stesso piano potrebbe essere validato da un bambino, da un adulto in buone condizioni di salute, da una donna incinta e da un disabile per comprendere in anticipo le diverse esigenze. Sia le tecniche di Virtual Reality immersive e non-immersive possono essere usate per navigare all'interno del Building Information Model. Le tecniche non-immersive permettono agli utenti di interagire con l'ambiente virtuale attraverso strumenti convenzionali come tastiera, mouse e monitor. Tuttavia, le tecniche immersive consentono esperienze più realistiche. Infatti, in questo caso l'utente è circondato da schermi curvi, cave automatic virtual environments (CAVE) o head-mounted displays (HMD). Uno dei più comuni dispositivi è il Rift© di Oculus© (comunemente chiamato "Oculus Rift"). Ad esso è possibile associare dispositivi che tracciano il movimento delle mani (e.g. Leap Motion©) consentendo, così, un'esperienza ancora più vicina alla realtà. Nonostante sia possibile navigare all'interno del Building information Model, solitamente si preferisce usare game engine software (e.g. Unity©) per ricreare un'esperienza più interattiva. È possibile creare l'ambiente virtuale all'interno di questi software, tuttavia se un modello BIM è disponibile, esso può essere trasferito da software di BIM Authoring ai game engine attraverso il formato interoperabile IFC. **È importante sottolineare che l'interazione tra un prodotto finale e l'uomo non coinvolge mai un solo senso ma è un'esperienza multisensoriale. Per questo motivo, un processo di Validazione efficace non dovrebbe coinvolgere solo la vista, ma anche l'udito, il tatto e l'olfatto.** Per esempio, potrebbe essere utile per un disabile validare gli spazi considerando le proprietà fisiche delle superfici dei pavimenti. Grazie ad un game engine, infatti, è possibile simulare il comportamento di una carrozzina (e.g. centro di massa, accelerazione e decelerazione). Inoltre, anche la simulazione del tatto può facilitare il processo di Validazione. Per esempio, la tecnologia che simula il senso del tatto (haptic) può essere usata per ricreare situazione di emergenza, come un incendio, al fine di controllare che la temperatura delle superfici permetta l'evacuazione in sicurezza. Inoltre, potrebbe essere utile per l'utente finale comprendere le proprietà isolanti dei materiali (e.g. dei muri). Le tecniche di Virtual Prototyping, in questo caso, possono riprodurre il corretto livello sonoro (e.g. traffico o conversazioni) dando, così, la possibilità all'utente finale di comprendere la qualità acustica degli spazi. Inoltre, anche la simulazione degli odori può essere molto efficace per validare la collocazione degli spazi in base a diverse attività o per selezionare diversi tipi di vegetazione nell'arco dell'anno. Grazie a questo approccio il processo di Validazione può essere molto più efficace e il Model Checking può trarre molti vantaggi dalle tecniche di Virtual Prototyping. Infine, promuovendo una validazione di questo tipo, è possibile promuovere controlli in remoto diminuendo i viaggi e rendendo gli incontri più performanti, ponendo l'attenzione sui punti critici del progetto.

## 2.7 Conclusione e futuri sviluppi

L'uso del Building Information Modelling si sta sviluppando sempre maggiormente e diversi paesi stanno promuovendo una strategia governativa in questa direzione. Il BIM non è un semplice cambiamento tecnologico, quanto piuttosto una rivoluzione dell'intero processo che richiede necessariamente un approccio culturale differente. Per questo motivo bisogna porre particolare attenzione alla tipologia di appalto da adottare, promuovendo appalti collaborativi dove le diverse parti condividono sia rischi che guadagni. Inoltre, il processo di Validazione tramite il Model Checking deve diventare una pratica imprescindibile al fine di validare in modo semi automatico il contenuto del Building Information Model. In aggiunta, le tecniche di Virtual Prototyping, permettono di ricreare in modo realistico interazioni multisensoriali coinvolgendo maggiormente committenti e utenti finali nel

processo di Validazione. In questo modo, è possibile individuare in anticipo possibili criticità e lavorare insieme con i progettisti per ottimizzare l'intero processo. Attualmente esistono buone tecnologie visive e di riproduzione dei movimenti, tuttavia, è necessario ulteriore lavoro per integrare esperienze legate all'udito, olfatto e tatto. Infine, per facilitare il processo di Validazione, fin dall'inizio i progettisti devono lavorare con esperti di scienze umane (e.g. neuroscienza, psicologia cognitiva) per favorire una progettazione attenta alle esigenze di diverse tipologie di utenti (user-centric).